



TUGAS AKHIR - TM 145648

**RANCANG BANGUN MESIN PERAUTAN PRODUK GUCI
KUNINGAN HASIL UKM CINDOGO TAPEN
BONDOWOSO**

**PUTRI DEWI AGUSTINA
NRP. 2112 039 001**

**RIZKY AWALUDIN MAHMUD
NRP. 2112 039 033**

**Dosen Pembimbing
Ir. NUR HUSODO, M.S.**

**Instruktur Pembimbing
R. SOEWANDI, BE, S.Pd**

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN PRODUKSI KERJASAMA
ITS-DISNAKERTRANSDUK JAWA TIMUR
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TM 145648

**DESIGN OF TURNING MACHINE FOR BRASS URN AS THE
PRODUCT OF UKM CINDOGO TAPEN BONDOWOSO**

PUTRI DEWI AGUSTINA
NRP. 2112 039 001

RIZKY AWALUDIN MAHMUD
NRP. 2112 039 033

Advisor
Ir. NUR HUSODO, M.S.

Supervisor
R. SOEWANDI, BE, S.Pd

DEPARTMENT OF D-3 MECHANICAL ENGINEERING ITS -
DISNAKERTRANSDUK EAST JAVA
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**RANCANG BANGUN MESIN PERAUTAN PRODUK
GUCI KUNINGAN HASIL UKM CINDOGO TAPEN
BONDOWOSO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
pada

Program Studi D-3 Jurusan Teknik Mesin Produksi
DISNAKERTRANSDUK
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA

Oleh :

Putri Dewi Agustina

NRP. 2112 039 001

Rizky Awaludin Mahmud

NRP. 2112 039 033

Mengetahui / Menyetujui :

Ir. Nur Husodo M..... (Dosen Pembimbing)

R. Soewandi, BE, S Pd..... (Instruktur Pembimbing)



SURABAYA, Juli 2015

RANCANG BANGUN MESIN PERAUTAN PRODUK GUCI KUNINGAN HASIL UKM CINDOGO TAPEN BONDOSOWO

Nama Mahasiswa	: 1. Putri Dewi Agustina 2. Rizky Awaludin M
NRP	: 1. 2112 039 001 2. 2112 039 033
Jurusan	: D3 Teknik Mesin Disnaker Disnakertransduk FTI-ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Nur Husodo, M.S.
Instruktur Pembimbing	: R. Soewandi B.E, S.Pd

Abstrak

UD. Rizky merupakan home industri di bidang logam kuningan. Salah satu produknya adalah guci kuningan. Pada proses produksinya, guci kuningan harus melewati beberapa proses produksi. Salah satu nya adalah proses perautan. Proses tersebut, dilakukan dengan menggunakan mesin sederhana. mesin ini memiliki kelemahan dalam menghasilkan kecepatan yang konstan. Sehingga dibutuhkan rancangan mesin teknologi tepat guna (TTG) untuk mempermudah proses perautan guci kuningan pada industri tersebut.

Langkah-langkah dalam perancangan pembuatan mesin perautan produk guci kuningan ini meliputi observasi, konsep desain, perhitungan pada elemen mesin, perakitan alat, dan pengujian alat.

Hasil perancangan ini diwujudkan dengan terbentuknya Mesin Perautan Produk Guci Kuningan. Rancangan ini memiliki gaya potong 2,096 N, daya potong 0,008 HP, dengan sistem transmisi berupa pulley bertingkat dengan diameter 38 mm, 55 mm, 73 mm untuk pulley penggerak dan 136 mm, 125 mm, 103 mm untuk pulley yang digerakkan, menggunakan v-belt type A dengan panjang 1120 mm dan menggunakan diameter poros sebesar 40 mm.

Kata kunci: *Guci Kuningan, Teknologi Tepat Guna (TTG), Proses Perautan.*

DESIGN OF TURNING MACHINE FOR BRASS URN AS THE PRODUCT OF UKM CINDOGO TAPEN BONDOWOSO

Student Name : 1. Putri Dewi Agustina
2. Rizky Awaludin M
NRP : 1. 2112 039 001
2. 2112 039 033
Department : D3 Teknik Mesin Disnaker
Disnakertransduk FTI-ITS
Lecturer Supervisor : Ir. Nur Husodo, M.S.
Instructor Supervisor : R. Soewandi B.E, S.Pd

Abstract

UD Rizky is a brass home industry in Bondowoso. One of its product is brass urn. There are several production process in order to produce it. One of the process to produce a brass urn is called turning process. Currently the process is executed by using simple machine. However the machine is lacking in producing constant speed during the turning process. In order to overcome the flaw of it, an appropriate technology (AT) is needed to improve the turning process in brass urn production.

The development process of this design includes observation, design concept, machinery elements calculation, assembly, and testing.

The final result of this design is to develop a turning machinery for brass urn product of UKM Cindogo Tapen Bondowoso. This machine will have cutting forces of 2,096 N, cutting power of 0,008 HP, with the transmission system in the form of multilevel pulley with a diameter of 38 mm, 55 mm, 73 mm for the drive pulley and 136 mm, 125 mm, 103 mm for the driven pulley, using v-belt type A with a length of 1120 mm and uses the shaft diameter of 40 mm.

Key words: Brass urn, Appropriate Technology (AT), Turning Process

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat dan karunia Tuhan YME sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini sebagai persyaratan akademis untuk mendapatkan gelar ahli madya, pada bidang studi produksi, jurusan D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institusi Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tugas Akhir ini tidak mungkin terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan kerjasama semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Nur Husodo, MSc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran.
2. Bapak Ir. Mahirul Mursid, M.Sc dan Ir. Hari Subiyanto, M.Sc. selaku dosen wali.
3. Bapak R. Soewandi, BE, S.Pd selaku dosen pembimbing di BLKIP Surabaya yang tiada hentinya meluangkan waktunya.
4. Bapak dan ibu dosen selaku staf pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan wawasan.
5. Orang tuaku, beserta saudara-saudaraku (Mbak Esthi dan Bayu) yang memberikan dukungan moral dan materiall sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
6. Mas Faisal selaku pembimbing lapangan di bengkel Wedoro.
7. Mbak Esthi yang selalu meluangkan waktu untuk bertukar pikiran.
8. Senior-senior M3NER yang telah meluangkan waktu memberi informasi.
9. Rekan-rekan seperjuangan khususnya anak M3NER Angkatan 2012 yang selalu bisa diajak bertukar pikiran, terutama Vivi, Candra, Eka, Fierda, Ilham, Munif, Wase, Tio, Dika, Romi, Erga, Galih, Satwika, Sonny, Irfan, Aditya, Moge, Firdaus, Bima.
10. Semua pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan adanya penyempurnaan lebih lanjut oleh pihak yang berkepentingan agar Tugas Akhir ini bisa lebih dikembangkan.

Surabaya, 26 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II DASAR TEORI	 5
2.1 Guci Kuningan.....	5
2.2 Mekanisme Alat pada UKM.....	5
2.3 Perhitungan Gaya dan Daya	7
2.3.1 Gaya potong	7
2.3.2 Daya potong	8
2.4 Perencanaan <i>Belt</i> dan <i>Pulley</i>	8
2.4.1 Daya perencanaan.....	9
2.4.2 Pemilihan <i>belt</i>	9
2.4.3 Momen torsi pada <i>pulley</i>	10
2.4.4 Perhitungan tarikan pada <i>belt</i>	10
2.4.5 Panjang <i>belt</i> dan jarak sumbu poros.....	12
2.4.6 Jumlah putaran	13
2.4.7 Tegangan maksimal pada <i>belt</i>	13
2.4.8 Perhitungan umur <i>belt</i>	14
2.4.9 Perhitungan beban pada poros <i>pulley</i>	15

2.5 Poros	15
2.5.1 Hal - hal penting dalam perencanaan poros.....	16
2.5.2 Poros dengan beban puntir dan lentur	16
2.6 <i>Bearing</i> (Bantalan)	18
2.6.1 Klasifikasi <i>bearing</i>	19
2.6.2 Perencanaan <i>bearing</i>	20
2.6.3 Prediksi umur <i>bearing</i>	21
2.7 Perencanaan Pasak.....	22
2.7.1 Gaya yang bekerja pada pasak	23
2.7.2 Perhitungan berdasarkan tegangan geser.....	24
2.7.3 Perhitungan berdasarkan tegangan kompresi	25
BAB III METODOLOGI.....	27
3.1 Diagram Alir.....	27
3.2 Tahapan Proses Pembuatan Mesin	28
3.3 Mekanisme Kerja Mesin	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Perhitungan Gaya dan Daya yang Dibutuhkan.....	33
4.1.1. Gaya potong.....	33
4.1.2. Daya	34
4.2 Perencanaan Pulley dan <i>Belt</i>	35
4.2.1 Daya perencanaan.....	36
4.2.2 Momen torsi pada <i>pulley</i>	36
4.2.3 Gaya tarik pada <i>belt</i>	37
4.2.4 Panjang <i>belt</i> dan jarak sumbu poros.....	38
4.2.5 Jumlah putaran	40
4.2.6 Tegangan maksimal pada <i>belt</i>	40
4.2.7 Umur <i>belt</i>	41
4.3 Perencanaan Poros.....	42
4.3.1 Gaya yang diterima pada poros	42
4.3.2 Perhitungan diameter poros.....	43
4.4 Perencanaan Bearing	50
4.5 Perhitungan Pasak	52

BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Titik cair standart kuningan.....	7
Tabel 4.1 Kecepatan putar <i>pulley</i> poros	34
Tabel 4.2 Momen torsi pada <i>pulley</i>	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Alat pada UD Rizky	6
Gambar 2.2 Pemutar benda kerja	6
Gambar 2.3 Pahat untuk proses perautan guci kuningan	6
Gambar 2.4 Diagram uraian gaya potong	7
Gambar 2.5 Distribusi tarikan atau gaya pada <i>belt</i>	11
Gambar 2.6 Sudut Kontak antara <i>pulley</i> dan <i>belt</i>	11
Gambar 2.7 Diagram uraian gaya pada poros <i>spindel</i>	15
Gambar 2.8 <i>Bearing</i>	18
Gambar 2.9 Tipe <i>Bearing</i> Gelinding	20
Gambar 2.10 Dimensi Pasak	22
Gambar 2.11 Kedudukan pasak terhadap poros	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Mesin	27
Gambar 3.2 Proses Perautan guci kuningan	29
Gambar 3.3. Desain Mesin	30
Gambar 3.4 Komponen-komponen Mesin	32
Gambar 4.1 Proses Perautan	34
Gambar 4.2 freebody diagram Gaya Tarik pada belt.	38
Gambar 4.3 Freebody diagram jarak sumbu poros	40
Gambar 4.4 Skema gaya pada <i>pulley</i>	44
Gambar 4.5 Skema gaya pada <i>poros</i>	46
Gambar 4.6 Diagram gaya gesek arah Horizontal	49
Gambar 4.7 Diagram momen bending arah horizontal	49
Gambar 4.8 diagram gaya gesek arah vertikal	51
Gambar 4.9 Diagram momen bending arah vertikal	52
Gambar 4.10 Dimensi Pasak	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerajinan logam merupakan salah satu *home industry* yang berkembang di Indonesia. Kerajinan logam ini telah ada sejak jaman kerajaan (Rizky, 2011). Salah satu jenis logam yang digunakan yaitu kuningan. Kuningan merupakan paduan antara tembaga dan seng, dengan tembaga sebagai komponen utama. UD. Rizky Kuningan milik Bapak Amir Hamzah merupakan salah satu *home industry* yang bergerak di bidang kerajinan kuningan di desa Cindogo Tapen, Bondowoso, Jawa Timur. Keistimewaan dari produk kuningan khas Bondowoso terletak pada kualitas kuningan yang mengkilat seperti emas yang lebih awet tanpa pengolahan tambahan (Christine Widya, 2012). Kerajinan kuningan Bondowoso juga dijual ke Malaysia dan Brunei (Deprin, 2006). Salah satu produk utama dari *home industry* tersebut adalah guci.

Dalam proses produksi guci, logam kuningan melalui beberapa proses, yaitu proses pengecoran, perautan, pengukiran, dan *finishing*. Pada tahapan awal, logam kuningan mengalami proses *investment casting* atau pengecoran pola lilin, dimana cetakan dari pola lilin yang telah melalui proses *dewaxing* selama ± 1 jam dengan temperatur $\pm 120^{\circ}\text{C}$. Permukaan hasil dari coran kuningan yang masih kasar diratakan melalui proses perautan. Pada tahapan terakhir, proses *finishing* dilakukan dengan menggunakan pasir abrasif agar permukaan benda kerja tampak berkilau.

Sebagai *home industry* dengan produk yang telah diekspor ke luar negeri, jumlah produk menjadi faktor utama dalam proses produksi guci. Dalam hal ini, proses yang cepat di setiap tahapan dibutuhkan untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Berdasarkan proses produksi, faktor manusia berperan penting terutama dalam proses perautan. Pada proses perautan guci, benda kerja diputar dengan menggunakan tali tampar yang

dihubungkan dengan pegas pada bagian atas penyanggah. Mekanisme ini memerlukan keahlian operator dalam pemutaran benda kerja dan pergerakan pahat secara bersamaan. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin yang dapat mempermudah proses perautan benda kerja sehingga operator lebih terfokus pada pergerakan pahat.

Berdasarkan hal tersebut, akan dirancang dan diwujudkan sebuah mesin *finishing* permukaan guci dengan sistem penggerak motor yang nantinya akan memudahkan dalam melakukan gerak potong, serta dapat menentukan variasi dimensi guci yang akan diproses oleh mesin ini. Rancang bangun ini diharapkan mampu memperbaiki kekurangan yang ada pada proses finishing permukaan guci yang selama ini dirasa masih memiliki kelemahan pada proses perautannya.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam perencanaan Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso, ini muncul beberapa permasalahan, antara lain :

1. Bagaimana Rancangan Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso?
2. Bagaimana perhitungan gaya yang terjadi pada Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso?
3. Bagaimana perhitungan daya potong yang sesuai dengan kebutuhan produksi?
4. Bagaimana perhitungan dan perencanaan sistem transmisi yang sesuai dengan kebutuhan produksi?

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini perlu adanya batasan-batasan permasalahan yang di gunakan agar tidak meluas. Adapun batasn masalah yang di ambil :

1. Tidak membahas material dan konstruksi.
2. Tidak membahas aksesoris mesin.

3. Kekuatan rangka mesin diasumsikan aman.
4. Pahat diasumsikan tajam
5. Diameter benda kerja maksimal 300 mm dan panjang benda kerja maksimal 500 mm.
6. Tidak membahas mengenai kuningan.
7. Kecepatan putar yang digunakan ada 3 macam.

1.4 Tujuan

Dengan mengacu latar belakang dan permasalahan diatas maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu merancang mesin perautan produk guci kuningan.
2. Mengetahui perhitungan gaya yang terjadi pada rancangan mesin perautan produk guci kuningan.
3. Mengetahui perhitungan daya sesuai dengan kebutuhan produksi.
4. Mengetahui perhitungan dan perancangan sistem transmisi yang sesuai dengan kebutuhan produksi.

1.5 Manfaat

Dengan adanya Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso, ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat digunakan untuk proses perautan pada guci kuningan, sehingga dapat mengurangi hambatan-hambatan yang terjadi pada UKM sebelumnya.
2. Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso, dapat dimanfaatkan pada proses produksi di UD. Rizky.
3. Dengan menggunakan Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso, dapat menghemat waktu dan meningkatkan produksi guci.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini di bagi dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini membahas bagaimana tinjauan umum tentang latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematik penulisan Tugas Akhir.

BAB II Dasar Teori

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori penunjang dan dasar perhitungan yang mendukung dalam pembuatan Redesain Mesin Pemolesan Guci Kuningan Manual Skala Kecil dengan modifikasi Mesin Bubut Kayu.

BAB III Metodologi

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi perencanaan pembuatan mesin, diagram alir pembuatan mesin dan proses mekanisme kerja mesin .

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan

Pada bab ini dijelaskan mengenai uraian perencanaan dan perhitungan daya pengerollan, gaya serta elemen-elemen mesin yang dibutuhkan Redesain Mesin Pemolesan Guci Kuningan Manual Skala Kecil dengan modifikasi Mesin Bubut Kayu sampai menggerakkan mesin.

BAB V Kesimpulan

Pada bab ini dijelaskan tentang kesimpulan dari proses perencanaan mesin, serta penganalisaan pada benda kerja hasil dari proses pemesinan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Guci Kuningan

Pada proses pengecoran logam kuningan untuk dijadikan kerajinan logam berbentuk guci pada industri kecil menggunakan kuningan jenis yellow brass (70%Cu-30%Zn) dan proses pengecoran yang dilakukan adalah pengecoran investment casting/lost wax, dalam peleburan kuningan cor ini umumnya dimanfaatkan dari bahan bekas yang dilebur dalam dapur peleburan. Temperatur cairan sebaiknya jangan terlalu tinggi jika terlalu tinggi menyebabkan kehilangan kadar seng karena penguapan. Untuk mengurangi waktu peleburan dan mengurangi oksidasi logam yang akan dicor sebaiknya dipotong kecil-kecil. Titik cair standart paduan kuningan cor pada tabel 2.1. (Sumber : George E Ditter, *Metallurgi Mekanik*, Jakarta. 1992)

Tabel 2.1 titik cair standart kuningan

Komposisi Bahan	Titik Cair (°C)
85%Cu-15%Zn	1150-1200
70%Cu-30%Zn	1080-1130
60&Cu-40%Zn	1030-1080

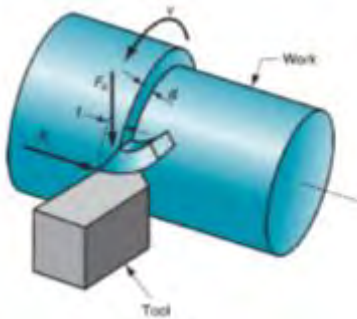
Guci kuningan memiliki fungsi umum sebagai sarana untuk menghias ruangan, tempat penyimpanan, barang koleksi, dan perlengkapan peribadatan. (*Ari Prihati, 2013*)

2.2. Perhitungan Gaya dan Daya

Daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin perautan guci kuningan dapat ditentukan dengan mencari besarnya gaya potong, dan daya potong yang terjadi pada saat proses perautan.

2.2.1 Gaya potong

Gaya potong untuk memotong sebuah guci kuningan tidak seperti gaya potong pada sebuah baja. Karena sifat kuningan yang tidak sekuat dan sekeras baja, sehingga tidak diperlukan gaya potong yang sangat besar. Nilai kekuatan tarik bahan kuningan hanya sebatas 262,01 Mpa (Lampiran).



Gambar 2.1 Diagram uraian gaya potong

(Sumber : Groover P. Mikell, *Fundamental of Modern Manufacturing*. 2010)

$$F_c = \sigma_t \cdot A \dots\dots\dots(2-1)$$

$$= \sigma_t \cdot a_p \cdot f$$

Dimana :

- | | | |
|------------|---------------------------|----------------------|
| F_c | = Gaya Potong | (N) |
| σ_t | = Tegangan Tarik Kuningan | (N/mm ²) |
| a_p | = Kedalaman Potong | (mm) |
| f | = Feeding | (mm) |

2.2.2 Daya

Ada beberapa tahap perumusan dalam mendapatkan besarnya nilai daya yang dibutuhkan untuk memutar benda kerja :

➤ Putaran

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana :

n_1 = Putaran motor (rpm)

n_2 = Putaran poros spindle (rpm)

d_1 = Diameter poros motor (mm)

d_2 = Diameter poros spindle (mm)

➤ **Kecepatan**

$$v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana :

v = Kecepatan putar (m/s)

d_2 = Diameter poros spindel (mm)

n_2 = Putaran poros spindel (rpm)

➤ **Daya Potong**

$$P_c = F_c \cdot v \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana :

P_c = Daya (HP)

F_c = Gaya Potong (N)

v = Kecepatan Putaran(m/s)

➤ **Daya**

$$P = \frac{P_c}{\eta_b} \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana :

P_c = Daya (HP)

F_c = Gaya Potong (N)

v = Kecepatan Putaran(m/s)

2.3. Perencanaan Belt dan Pulley

Belt termasuk alat pemindah daya yang cukup sederhana dibandingkan dengan rantai dan roda gigi. *Belt* terpasang pada dua buah *pulley* atau lebih, *pulley* pertama sebagai penggerak sedangkan *pulley* kedua sebagai *pulley* yang digerakkan.

Bila dilihat dari bentuk penampangnya, secara umum *belt* dibedakan menjadi 2 macam, yaitu : *Belt* datar atau *Flat belt* dan

Belt-V atau *V-belt*, namun ada juga jenis *belt* yang berpenampang lingkaran misalnya *starrope* dan *superstarrope*, juga ada yang permukaannya bergerigi atau gilir, *misalnya timing belt*.

Sebagian besar belt yang digunakan adalah *V-belt* karena mudah penanganannya dan harganya murah. Kecepatan *belt* dapat direncanakan 10 s/d 20 m/s (pada umumnya), dan maksimum bisa 25 m/s. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan bisa mencapai 500 kW atau 670 HP

2.3.1 Daya perencanaan

Supaya hasil perencanaan aman, maka besarnya daya dan momen untuk perencanaan dinaikkan sedikit dari daya yang ditransmisikan (P), yang disebut dengan daya perencanaan atau daya desain (Pd) yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(2-6)$$

Dimana :

f_c = Faktor Koreksi (lampiran)

2.3.2 Pemilihan belt

Belt dipilih berdasarkan daya desain (Pd) dan putaran *pulley* yang kecil (n_{min}), dengan menggunakan diagram pemilihan belt (lampiran) maka jenis belt yang sesuai akan diperoleh. Setelah diperoleh jenis beltnya, tulis data-data belt tersebut, misalnya lebar (b), tebal (h) dan luas (A), data-data ini akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Panjang belt belum bisa dihitung, karena harus menunggu perhitungan/pemilihan diameter *pule*.

Untuk memilih atau menghitung besarnya diameter *pulley*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i). Bila rangkakan diabaikan, maka rumus yang dipakai adalah persamaan (2-6a), sedangkan bila rangkakan tidak diabaikan maka persamaan yang dipakai adalah persamaan (2-6b) (Sularso, 2004:186)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \dots\dots\dots(2-7a)$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} (1+\zeta) \dots\dots\dots(2-7b)$$

Dimana:

D = Diameter *pulley*

ζ = Koefisien rangkakan (1 s/d 2)

2.3.3 Momen Torsi pada Pulley

Hubungan antara daya dan torsi rumusnya dapat dilihat dibawah ini : (Sularso, 2000 : 7)

$$T = 9,74.10^5 \frac{Pd}{n} \dots\dots\dots(2-8)$$

Dimana :

Pd = Daya (kW)

T = Torsi (kg.mm)

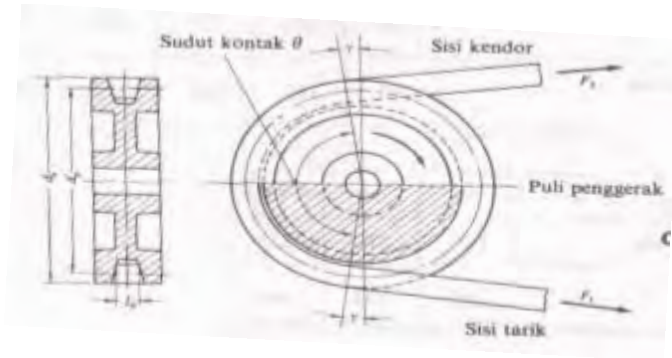
n = Putaran poros spindel(rpm)

2.3.4 Perhitungan Tarikan pada Belt

Ketika *belt* sedang bekerja, belt mengalami tarikan, yang paling besar terjadi pada posisi belt yang sedang melingkar pada *pulley* penggerak. Distribusi tarikannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Distribusi tarikan atau gaya pada *belt*
 (Sumber: Sularso, Dasar perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin)



Gambar 2.3 Sudut kontak antara pulley dan belt
(Sumber: Sularso, *Dasar perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*)

Sudut kontak pada pulley.

$$\alpha = 180 - \frac{60 (D_p - d_p)}{C} \dots\dots\dots (2-9)$$

Dimana :

- α = Sudut kontak (0)
- D_p = Diameter pulley pada poros (mm)
- d_p = Diameter pulley pada motor (mm)
- C = Jarak sumbu poros pulley (mm)

Hubungan antara F_1 , F_2 , koefisien gesek (f) dan sudut-kontak (α) secara analitis fleksibilitas belt yang melingkar pada pulley, dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini (Dobrovolsky, 1985 : 204)

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha} = m \dots\dots\dots (2-10a)$$

$$F_e = F_1 - F_2 \dots\dots\dots (2-10b)$$

Dimana :

F_e = Gaya efektif, selisih antara F_1 dan F_2

- f = Koefisien gesek, nilainya dipengaruhi oleh temperatur kerja dan *creep*, diasumsikan konstan.
 m = Hanya sebagai lambang saja untuk menyingkat.
 F_1 = Gaya tarik *belt* pada bagian yang kencang (besar)
 F_2 = Gaya tarik *belt* pada bagian yang kendur (kecil)

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa tegangan untuk memindahkan beban (σ_d) akan bertambah sebanding dengan tegangan awal (σ_0). Bila tegangan awal bertambah melebihi harga yang diinginkan menyebabkan *belt* lebih cepat kendur sehingga kemampuan tariknya akan turun, dapat menyebabkan putusya *belt*.

2.3.5 Panjang Belt dan Jarak Sumbu Poros

- **Panjang Belt**

$$L = 2 \cdot C + \frac{(D_p + d_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 \cdot C} \dots\dots\dots(2-11)$$

- **Jarak Sumbu Poros**

$$B = 2 \cdot L - \frac{(d_p + D_p)}{2} \dots\dots\dots(2-12)$$

Dimana :

- C = Jarak sumbu poros (mm)
 L = Panjang belt (mm)
 B = Jarak s (mm)
 D_p = Diameter pulley poros spindel (mm)
 d_p = Diameter pulley motor (mm)

2.3.6 Jumlah putaran

$$u = \frac{v}{L} \dots\dots\dots(2-13)$$

Dimana :

- v = Kecepatan Putar (m/s)

L = Panjang Belt (mm)

2.3.7 Tegangan Maksimal pada Belt

Tarikan pada *belt* juga dipengaruhi oleh tegangan dan tekanan persatuan luas (*unit pressure*) *belt* pada *pulley*nya. Efek ini dapat dirumuskan :

$$\sigma_{do} = a - w \frac{h}{D}$$

Dimana :

a dan w adalah konstanta yang dapat dicari secara eksperimen.

Setelah mendapatkan harga σ_{do} maka akan dapat dihitung harga lebar *belt* (b) dengan rumus bahwa tegangan untuk mentransmisikan daya sama dengan gaya efektif dibagi dengan luas penampang yang sudah dibahas didepan. Harga lebar *belt* yang didapat dari rumus ini tidak menyimpang jauh dengan harga dari tabel.

$$\sigma_d = \frac{F_e}{A} = \frac{F_e}{b \cdot h}$$

Dimana :

F_e = Gaya Efektif (kgf)

Sehingga tegangan maksimal yang di timbulkan pulley dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{\sigma_d}{2} + \sigma_v + \sigma_b \dots \dots \dots (2-14)$$

Dimana :

- σ_d = Tegangan karena daya (kg/dm²)
- σ_v = Tegangan karena gaya sentrifugal (kg/dm²)
- σ_b = Tegangan bending (kg/dm²)

2.3.8 Perhitungan umur *belt* (*calculating belt service life*)

Dalam operasional yang normal pemeriksaan terhadap *belt* ditunjukkan pada pemeriksaan keausan pada serat-serat *belt*nya, yang timbul akibat adanya beban yang bervariasi, panas atau akibat kerugian daya (*belt losses*). Sebenarnya banyak faktor yang dapat mempengaruhi umur *belt*, namun yang terpenting adalah tegangan berulang (*cycles stress*) dan timbulnya panas.

Perubahan tegangan yang terbesar terjadi pada saat *belt* mulai memasuki pulley penggerak. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa bila *belt* bekerja dalam satu putaran akan terjadi perubahan beberapa kali, setiap kali terjadi perubahan tegangan, inilah yang dapat mempengaruhi umur *belt*. Oleh karena itu sebagai dasar perhitungannya, dipakai basis “*endurance limit*” (*fatigue limit*) atau tegangan kelelahan. (Dobrovolsky, 1985;238)

Umur *belt* dapat dihitung dengan rumus umum sebagai berikut :

$$\sigma_{\max}^m \cdot 3600 \cdot u \cdot X \cdot H = \sigma_{\text{fat}}^m \cdot N_{\text{base}}$$

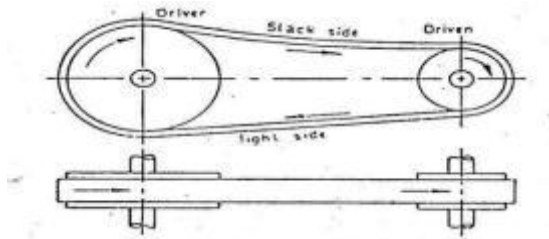
$$H = \frac{N_{\text{base}}}{3600 \cdot u \cdot X} \left(\frac{\sigma_{\text{fat}}}{\sigma_{\max}} \right)^m \dots\dots\dots (2-15)$$

Dimana :

- H = Umur *belt* (Jam)
- N_{base} = Basis dari fatigue test (10^7 cycle)
- σ_{fat} = *fatigue limit* atau *endurance limit* yang berhubungan dengan N_{base} dapat dicari dari “*fatigue curve*”
- σ_{\max} = Tegangan maksimum yang timbul
- u = Jumlah putaran per detik,
- X = Jumlah pulley yang berputar

2.3.9 Perhitungan Beban pada Poros *Pulley*

Gaya yang diterima oleh poros dari *pulley*, sesuai dengan besarnya tarikan dan arahnya berimpit dengan *belt* pada kedua sisi *pulley*.



Gambar 2.4 Diagram uraian gaya pada poros spindel
(Sumber: Prajitno. Elemen Mesin Pokok Bahasan Transmisi sabuk dan Rantai)

Besarnya gaya resultan R atau F_R yang bekerja pada poros.

$$F_R = \frac{F_e}{\sin \frac{\alpha}{2}} \dots \dots \dots (2-16)$$

Dimana :

- F_R = Gaya resultan (kgf)
- F_e = Gaya efektif (kgf)
- α = Sudut kontak ($^{\circ}$)

2.4. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros.

2.4.1 Hal - hal penting dalam perencanaan poros

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan :

1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dan lain-lain.

Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan.

2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya, pada turbin dan kotak roda gigi).

3. Putaran Kritis

Bila putaran mesin dinaikkan, maka pada suatu harga tertentu akan timbul getaran yang cukup besar. Putaran yang menghasilkan getaran yang besar tersebut disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada: turbin, motor bakar, motor listrik dan sebagainya. Jika mungkin poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran kerja poros lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Bahan-bahan tahan korosi harus dipilih untuk propeler, pompa bila terjadi kontak dengan media yang korosif. Demikian pula untuk poros yang terjadi kavitasi dan poros mesin yang sering berhenti lama.

2.4.2 Poros Dengan Beban Puntir dan Lentur

Poros pada umumnya meneruskan daya melalui belt, roda gigi, rantai dan sebagainya. Dengan demikian poros tersebut mendapatkan beban puntir dan lentur, sehingga pada permukaan poros terjadi tegangan geser karena momen puntir dan tegangan tarik karena momen lentur.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan poros dengan mengambil suatu kasus dimana daya P (kW) harus ditransmisikan dan putaran poros n_1 (rpm) diberikan. Dalam hal ini perlu dilakukan pemeriksaan terhadap gaya P tersebut. Jika P adalah daya rata-rata yang perlu dilakukan, maka harus dibagi dengan efisiensi mekanis η dari sistem transmisi untuk

mendapatkan daya penggerak mula yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat start, atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah start. Dengan demikian diperlukan koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan faktor pada perencanaan.

Jika daya yang diberikan dalam daya kuda (HP), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kW. Jika momen puntir sebagai momen rencana adalah T (kg.mm), maka untuk mencari momen torsi, persamaan diatas menjadi :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots (2-17)$$

Dimana :

T = Momen puntir (Kg.mm)

P_d = Daya perencanaan (KW)

n_1 = Putaran (rpm)

Dengan memasukkan persamaan momen bending dan momen lentur, tegangan maksimum untuk poros pejal :

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{16.Mb}{\pi.d^3}\right)^2 + \left(\frac{16.Mt}{\pi.d^3}\right)^2}$$

Syarat perencanaan adalah tegangan maksimum yang terjadi harus lebih kecil daripada tegangan ijin, sehingga :

$$\sqrt{\left(\frac{16.Mb}{\pi.d^3}\right)^2 + \left(\frac{16.Mt}{\pi.d^3}\right)^2} \leq \frac{k_s \cdot S_{yp}}{AK}$$

$$d \geq \sqrt[6]{\left(\frac{16.AK}{\pi.S_{yp}}\right)^2 \cdot (Mb^2 + Mt^2)} \dots\dots\dots (2-18)$$

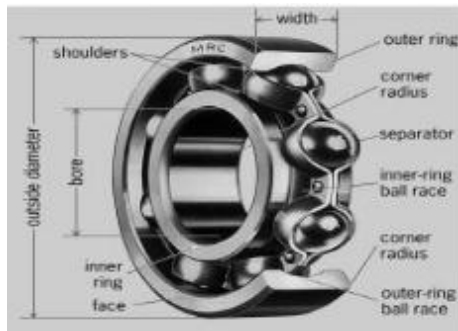
Dimana :

S_{yp} = Kekuatan bahan tegangan geser (kg/mm)

d	= Diameter poros	(mm)
M_b	= Momen bending	(kg.mm)
M_t	= Momen torsi	(kg.mm)
AK	= Angka keamanan	

2.5. Bearing / Bantalan

Bearing merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Seperti pada (Gambar 2.5) *Bearing* harus cukup kokoh agar poros serta elemen-elemen mesin dapat bekerja dengan baik. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik, maka kemampuan seluruh sistem akan menurun atau tidak bekerja dengan semestinya. Jadi, bearing dalam pemesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.



Gambar 2.5 *Bearing*

(Sumber: : McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Engineering. © 2002 by The McGraw-Hill Companies, Inc)

2.5.1 Klasifikasi bearing

Bearing dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Atas dasar gerakan *bearing* terhadap poros
 - a. Bearing luncur

Pada *bearing* ini terjadi gesekan luncur antara poros dan *bearing* karena permukaan poros ditumpu

oleh permukaan *bearing* dengan perantara lapisan pelumas.

b. *Bearing* gelinding

Pada *bearing* ini terjadi gesekan gelinding antara bagian-bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau jarum, dan rol bulat.

2. Atas dasar arah beban terhadap poros

a. *Bearing* radial

Arah beban yang ditumpu *bearing* ini adalah tegak lurus dengan sumbu poros.

b. *Bearing* axial

Arah beban *bearing* ini sejajar dengan sumbu poros.

c. *Bearing* radial-axial

Bearing ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

Oleh karena pembebanan *bearing* yang tidak ringan maka bahan *bearing* harus tahan karat, kuat, mempunyai koefisien gesek rendah dan mampu bekerja pada temperatur tinggi. Proses pemilihan *bearing* dipengaruhi oleh pemakaian, lokasi dan macam.

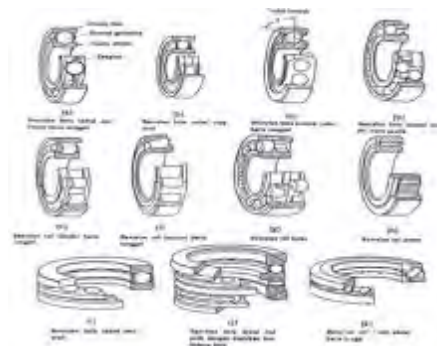
Dalam pemilihan bantalan perlu mempertimbangkan gaya atau beban yang bekerja pada *bearing* dimana kekuatan bahan *bearing* harus lebih besar daripada beban yang mengenai *bearing* tersebut. Beban yang diterima oleh *bearing* biasanya adalah beban aksial dan radial yang konstan yang bekerja pada *bearing* dengan ring dalam yang berputar dan ring luar tetap (diam).

2.5.2 Perencanaan *bearing*

Dalam perencanaan ini akan digunakan jenis *bearing* gelinding (*rolling bearing*) karena *bearing* ini mampu menerima beban aksial maupun radial relatif besar. *Bearing* gelinding umumnya lebih cocok untuk beban kecil daripada *bearing* luncur.

Tergantung dari pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada *bearing* ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi, maka *bearing* gelinding hanya dibuat di pabrik-pabrik tertentu.

Keunggulan *bearing* ini adalah gaya geseknya yang sangat rendah, pelumasnya sangat sederhana, cukup dengan gemuk (*steand pead*), bahkan pada jenis yang memakai sil sendiri tidak perlu memakai pelumas lagi. Pada waktu memilih *bearing* ciri masing-masing harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaiannya, lokasi dan macam beban yang dialami.



Gambar 2.6 Tipe *Bearing* Gelinding
(Sumber: Suhariyanto, Elemen Mesin II)

2.5.3 Prediksi umur *bearing*

Dalam memilih *bearing* gelinding, umur bearing sangat perlu diperhatikan. Ada beberapa definisi mengenai umur *bearing*, yaitu :

1. Umur (*Life*)

Didefinisikan sebagai jumlah perputaran yang dapat dicapai dari bearing sebelum mengalami kerusakan atau kegagalan yang pertama pada masing-masing elemennya seperti *roll* atau bola atau ring.

2. Umur berdasarkan kepercayaan (*Rating Life*)
Didefinisikan sebagai umur yang dicapai berdasarkan kepercayaan (*reliability*) 90% berarti dianggap 10% kegagalan dari jumlah perputaran. Umur ini disimbolkan dengan L_{10} dalam jumlah perputaran atau L_{10h} dengan satuan jam dengan anggapan putarannya konstan.
3. Basis kemampuan menerima beban (*Basic Load Rating*)
Disebut juga dengan *basic load rating* (beban dinamik) diartikan sebagai beban yang mampu diterima dalam keadaan dinamis berputar dengan jumlah putaran konstan 10^6 putaran dengan ring luar tetap dan ring dalam yang berputar.
4. Kemampuan menerima beban statis (*Basic Static Load Rating*)
Didefinisikan sebagai jumlah beban radial yang mempunyai hubungan dengan defleksi total yang terjadi secara permanen pada elemen-elemen bearingnya, yang diberikan tekanan, disimbolkan dengan C_0 .

Umur dari *bearing* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

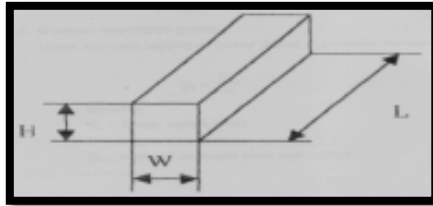
$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^B \frac{10^6}{60 \cdot n} \dots\dots\dots (2-20)$$

Dimana :

- | | | |
|----------|--|-------------|
| L_{10} | = Umur <i>bearing</i> | (Jam Kerja) |
| P | = Beban ekivalen | (Kgf) |
| C | = Beban dinamis | (Kgf) |
| B | = Konstanta tergantung tipe <i>bearing</i> | |
| n | = Jumlah putaran | (rpm) |

2.6. Pasak

Pasak adalah bagian elemen mesin yang berfungsi untuk menyambung dan juga untuk menjaga hubungan putaran relatif antara poros dengan peralatan mesin yang lain.

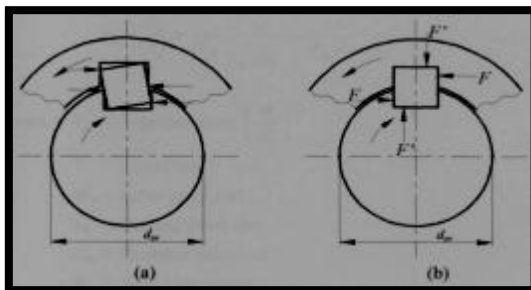


Gambar 2.7 Dimensi Pasak
(Sumber: Sularso, Dasar perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin)

Distribusi tegangannya dapat terjadi, sehingga dalam perhitungan tegangan disarankan menggunakan faktor keamanan sebagai berikut :

- a. $N = 1$ (untuk torsi yang tetap /konstan)
- b. $N = 2,5$ (untuk beban kejut kecil/rendah)
- c. $N = 4,5$ (untuk beban kejut yang besar terutama dengan bolak balik)

Perlu diperhatikan bahwa lebar pasak sebaiknya antara 25% sampai 30 % dari diameter poros, dan panjang pasak jangan terlalu panjang dibandingkan dengan diameter poros, yaitu antara 0,75 s/d 1,5 kali dameternya. Pasak mempunyai standardisasi yang sesuai dengan desain yang dibutuhkan.



Gambar 2.8 Kedudukan pasak terhadap poros
(Sumber: Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin)

2.6.1 Gaya yang bekerja pada pasak

Pada perencanaan alat ini, pasak yang digunakan adalah pasak datar segi empat. Pasak tipe ini umumnya mempunyai dimensi lebar (W) dan tinggi (H) yang besarnya sama dan kira-kira sama dengan 0,25 diameter poros. Dari tinggi sebesar H tersebut setengahnya masuk kedalam hub. Bila pasak berputar dengan torsi sebesar T, maka akan menghasilkan gaya yang bekerja pada diameter luar poros dan gaya inilah yang akan bekerja pada pasak.

$$r = \frac{D}{2}$$
$$F = \frac{T}{r}$$
$$F = \frac{2 \cdot T}{D}$$

Dimana :

F	= Gaya pada pasak	(kgf)
T	= Torsi	(kgf. mm)
D	= Diameter	(mm)
r	= Jari-jari	(mm)

2.6.2 Perhitungan berdasarkan tegangan geser

Perhitungan tegangan geser dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\tau_s = \frac{F}{A_s}$$
$$\tau_s = \frac{F}{W \cdot L}$$
$$\tau_s = \frac{2 \cdot T}{D \cdot W \cdot L}$$

Dimana :

τ_s	= Tegangan geser	(Pa)
F	= Gaya pada pasak	(N)
W	= Lebar pasak	(mm)
L	= Panjang pasak	(mm)
D	= Diameter poros	(mm)

Tegangan ijin pada pasak

$$|\tau_s| = \frac{K_s \cdot Syp}{N}$$

Dengan alasan keamanan maka nilai tegangan geser pada pasak harus lebih kecil satu sama dengan nilai tegangan ijin geser pada pasak.

$$|\tau_s| \geq \tau_s$$

$$\frac{K_s \cdot Syp}{N} \geq \frac{2 \cdot T}{D \cdot W \cdot L}$$

$$L \geq \frac{2 \cdot T \cdot N}{W \cdot D \cdot K_s \cdot Syp} \dots\dots\dots (2-21)$$

Dimana :

N = Nilai keamanan pasak dan nilai Syp pasak (diketahui dengan melihat tabel properti bahan)

2.6.3 Perhitungan berdasarkan tegangan kompresi

Tegangan kompresi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_c = \frac{F}{A_c}$$

$$\sigma_c = \frac{F}{0,5 \cdot H \cdot L}$$

$$L \geq \frac{4 \cdot T \cdot N}{H \cdot D \cdot K_t \cdot S_{yp}} \dots\dots\dots (2-22)$$

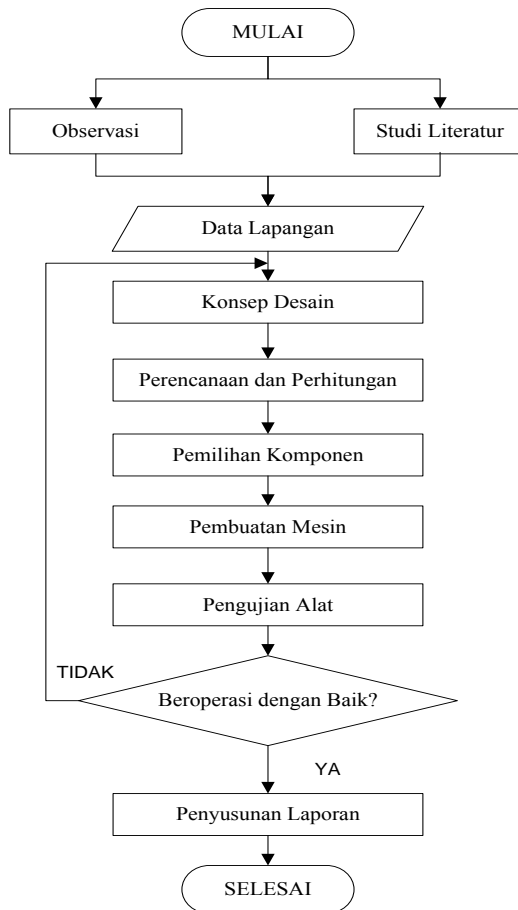
Dimana :

- σ_c = Tegangan kompresi (Pa)
- F = Gaya pada pasak (N)
- H = Tinggi pasak (mm)
- L = Panjang pasak (mm)
- D = Diameter poros (mm)

BAB III METODOLOGI

3.1. Diagram Alir

Diagram alir pada proses perautan guci kuningan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Mesin

3.2. Tahapan Proses Pembuatan Mesin

Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi atau studi lapangan untuk pengambilan data ini dilakukan dengan survei langsung tentang jenis alat yang sudah ada di home industri kerajinan kuningan desa Cindogo Tapen, Bondowoso, Jawa Timur. Hal ini dilakukan dalam rangka pencarian data guna untuk menunjang penyelesaian tugas akhir ini.

2. Studi Literatur

Studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai perencanaan Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso, ini yang diperoleh dari berbagai sumber antara lain buku, publikasi-publikasi ilmiah dan survei mengenai komponen-komponen perakitan yang ada di pasaran.

3. Data Lapangan

Berdasarkan data lapangan, mesin atau alat perkakas untuk proses finishing dalam perautan permukaan guci kuningan masih menggunakan alat yang konvensional dan relatif membutuhkan waktu yang lama serta keahlian khusus untuk proses produksi.

Alat tersebut menggunakan pegas yang dililitkan pada tali tampar yang di gerakan oleh kaki guna memutar benda kerja dan proses perautan yang dilakukan harus mensinkronkan gerakan kaki dengan pahat yang di gerakan oleh tangan. Proses produksi yang dilakukan dalam sehari atau 10 jam kerja dapat menghasilkan 8 benda kerja.



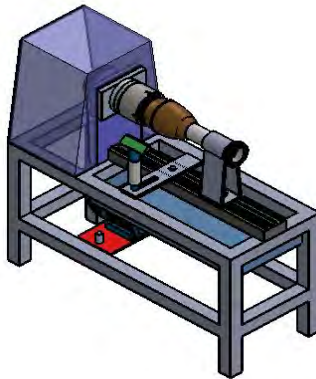
Gambar 3.2 Proses perautan guci kuning

4. Konsep Desain

Konsep desain bertujuan untuk memfokuskan pada proses perautan permukaan guci kuning. Pemilihan bentuk yang minimalis dipilih agar peletakan mesin tidak terlalu memakan banyak ruang dan menghabiskan biaya pada rangka. Penggunaan motor listrik dan sistem transmisi yaitu pulley, belt dan poros sebagai pengganti pegas dan tali tampar.

5. Perencanaan dan Perhitungan

Perencanaan dan perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data yang telah di dapat dari studi literatur dan observasi langsung sehingga di dapatkan referensi alat serta perhitungann yang di butuhkan untuk pembuatan alat tersebut.



Gambar 3.3 Desain Mesin

6. Pemilihan Komponen

Setelah melakukan perencanaan dan perhitungan dapat di ketahui dimensi dan bahan yang akan di gunakan untuk pembuatan mesin atau alat. Pemilihan komponen ini meliputi beberapa alat, antara lain : Motor AC 1400 rpm ($\frac{1}{2}$ HP), elemen mesin (poros, pulley, belt, bearing, pasak), dan kerangka mesin.

7. Pembuatan Mesin

Pada tahapan ini di lakukan proses permesinan pada rancang bangun alat yang diperoleh dari perencanaan dan perhitungan mesin. Hasil dari perhitungan dan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan di perlukan untuk pembuatan alat, dari komponen yang di peroleh kemudian di lakukan perakitan untuk mambuat alat yang sesuai dengan desain yang telah di buat.

8. Pengujian Alat

Setelah rancang bangun alat selesai, dilakukan pengujian mesin tersebut dan dicatat hasil pengujiannya sesuai atau tidak dengan gambar perencanaan, perencanaan dan perhitungan serta pembuatan dan perakitan yang telah di lakukan sebelumnya.

9. Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan ujung dari pembuatan mesin, dengan menarik kesimpulan yang di dapat dari hasil pengujian yang telah di lakukan.

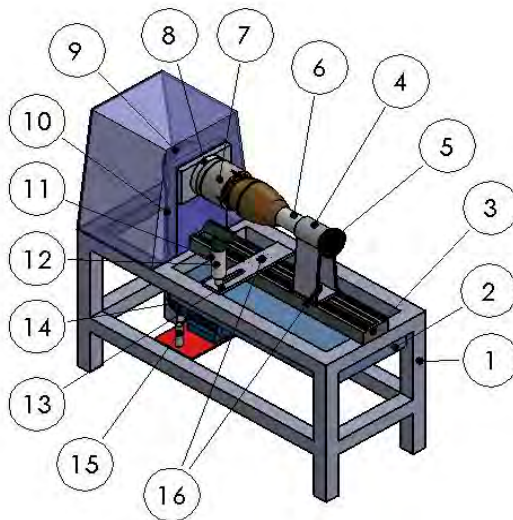
3.3. Mekanisme Kerja Mesin

Mekanisme kerja mesin perautan produk guci kuningan ini adalah penggunaan motor listrik dan sistem transmisi sebagai penggerak, saat kabel disambungkan pada sumber listrik lalu tombol on dinyalakan maka motor listrik dengan daya 0,5 HP, kecepatan 1400 rpm yang terletak pada rangka (1) bagian bawah akan berputar menggerakkan belt (10) yang terhubung dengan pulley motor (14) dan pulley pada poros (9), sehingga poros ST 60 (8) berputar dan meneruskan gerak pada chuck (7) dan benda kerja (guci) yang terpasang ikut berputar.

Kecepatan putar yang dihasilkan bervariasi, dikarenakan bentuk kedua pulley yang bertingkat, untuk memudahkan pemindahan V-belt maka padaudukan motor diberikan tuas (15). Supaya benda kerja dapat bergerak dengan stabil digunakan bantuan centering (6) yang terletak pada tailstock (4). Untuk menggerakkan centering (6) mendekati benda kerja digunakan bantuan handwheel (5) dengan cara memutar berlawanan arah jarum jam atau dengan menggunakan pengunci (16) pada way/jalur (3) untuk benda kerja dengan dimensi yang lebih kecil.

Ketika benda kerja bergerak dengan stabil, maka dapat dilakukan proses perautan dengan meletakkan pahat padaudukan pahat (12). Dudukan pahat dapat diatur ketinggian dengan pengunci (11) dan pengunci (16) yang mengatur maju, mundur, arah dari letak dudukan pahat pada way/jalur lintasan (3).

Pada saat proses perautan, geram yang dihasilkan akan tertampung dalam wadah (2), sehingga geram tidak langsung mengenai motor listrik. Setelah permukaan benda kerja rata, mesin dapat di matikan dengan menekan tombol off.



Gambar 3.4 Komponen-komponen Mesin

Keterangan:

1. Rangka
2. Wadah penampung Geram
3. Jalur/ways
4. Tailstock
5. Handwheel
6. Centering
7. Chuck
8. Poros
9. Pulley poros
10. Belt
11. Pengunciudukan pahat
12. Dudukan pahat
13. Jalur dudukan pahat
14. Pulley motor
15. Tuas motor
16. Pengunci pada jalur utama

BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1. Data Awal Alat pada *Home Industry*

Proses pembuatan guci menggunakan material kuningan bekas dengan komposisi 70% Cu dan 30% Zn. Guci yang telah mengalami proses pengecoran memiliki tebal 0,7 mm dan akan diproses menjadi 0,5 mm.

Pada proses perautannya, mekanisme alat yang terdapat pada *home industry* Rizky yaitu dengan menggunakan pegas, tali, pedal dan penahan yang terbuat dari kayu. Diameter penahan yang digunakan memiliki ukuran 140,7 mm. Tali yang terhubung dengan pegas dililitkan pada penahan, jumlah dari lilitan tersebut sebanyak 3 lilitan.

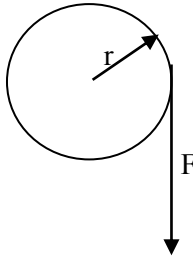
Tabel 4.1 waktu percobaan

Percobaan	Waktu (detik)
I	0,45
II	0,47
III	0,45
IV	0,46
V	0,47
$\sum_{rata-rata}$	0,46

Kecepatan putar:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{jumlah putaran}}{\text{waktu (menit)}} \\
 n &= \frac{3 \text{ (putaran)}}{0,46 \text{ (detik)}} \\
 n &= 6,522 \text{ rps} \\
 n &= 6,522 \times 60 \text{ (rpm)} \\
 n &= 391,3 \text{ putaran/menit}
 \end{aligned}$$

Gaya = F = 14,8 kgf (dengan timbangan)



Torsi:

$$T = F \times \frac{d}{2}$$

$$T = 14,8 \text{ kgf} \times \frac{140,7 \text{ mm}}{2}$$

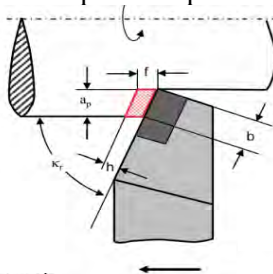
$$T = 1041,2 \text{ kgf.mm}$$

Maka, kecepatan putar dari alat yang terdapat pada home industry adalah 391,3 rpm.

4.2. Perhitungan Gaya dan Daya yang di butuhkan

4.2.1. Gaya potong

Berdasarkan tabel kekuatan material (lampiran), didapatkan tegangan tarik *yellow brass* sebesar 262,01 N/mm². Kedalaman potong yang dipilih 0,2 mm berdasarkan diameter benda yang mengalami proses perautan (diameter awal 15 mm, diameter akhir 14,6 mm). Besarnya feeding yang dipilih adalah 0,04 mm berdasarkan tabel pada lampiran.



Gambar 4.1 Proses Perauta

$$\begin{aligned}
 F_c &= \sigma_t \cdot A \\
 &= \sigma_t \cdot a_p \cdot f \\
 &= 262,01 \frac{N}{mm^2} \cdot 0,2 \text{ mm} \cdot 0,04 \text{ mm} \\
 &= 2,096 \text{ N}
 \end{aligned}$$

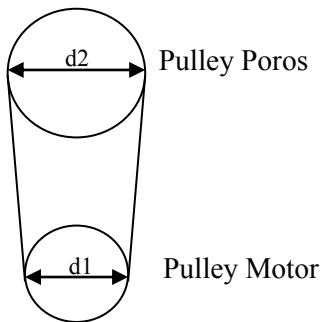
dimana:

a_p : kedalaman potong (mm)
 f : feeding (mm) (lampiran)
 σ_t : tegangan tarik(N/mm²)

4.2.2. Daya

Daya potong yang dibutuhkan untuk memutar guci kuningan dengan menggunakan 3 variasi kecepatan putar.

Pulley yang di gunakan merupakan pulley bertingkat, sehingga menghasilkan variasi putaran, yang dapat dilihat pada tabel 4.1.



$$\begin{aligned}
 i &= \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \\
 n_2 &= \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$d_1 = d_p$ = diameter pulley motor

$d_2 = D_p$ = diameter pulley poros
 n_1 = putaran motor = 1400rpm
 n_2 = Putaran poros spindel (rpm)

Tabel 4.1 kecepatan putar pulley poros

d_1	d_2	$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}$
38 mm	136 mm	391,18 rpm
55 mm	125 mm	747,57 rpm
73 mm	103 mm	817,60 rpm

Penggunaan 3 macam kecepatan putar spindel yang dengan kecepatan putar yang paling rendah menyesuaikan dengan kecepatan putar alat yang ada di UKM yaitu 391 rpm. Sehingga, kecepatan yang dipakai adalah 391,17 rpm, 747,57 rpm dan 817,60 rpm.

Kecepatan putar benda kerja maksimum yang terjadi dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v = \frac{\pi \cdot d_2 n_2}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 136 \cdot 391,18}{60 \cdot 1000}$$

$$v = 2,78 \text{ m/s}$$

Dimana :

d_2 : diameter poros spindel (mm)
 v : kecepatan putar (m/s)
 n_2 : Putaran poros spindel (rpm)

Dengan menggunakan salah satu kecepatan putar maka dapat diketahui besarnya daya potong yang di butuhkan pada saat meraut dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 P_C &= F_C \cdot v \\
 &= 2,09 \text{ N} \cdot 2,78 \text{ m/s} \\
 &= 5,82 \text{ W} \\
 &= 0,008 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dimana :

F_C : gaya potong

v : kecepatan putaran (m/s)

P_C : daya potong

4.3. Perencanaan Pulley dan Belt

Pada konstruksi mesin perautan guci kuningan direncanakan menggunakan 1 *belt* dan 2 buah *pulley* bertingkat untuk menstransmisikan daya. *Belt* yang di gunakan adalah *V-belt*.

<i>Belt</i>	: <i>V-Belt</i>
Daya Motor	: 0,37 kw
Putaran Motor	: 1400 rpm
Putaran Spindel	: 391,17 rpm; 747,57 rpm ; 817,6 rpm
Jarak Sumbu Pulley	: 415 mm
Diameter Pulley	: dp : 38 mm, 55 mm, 73 mm Dp: 136 mm, 125 mm, 103 mm

4.3.1. Daya perencanaan

Dari tabel (lampiran) dipilih faktor koreksi (f_c) dengan nilai 1,3, sehingga daya perencaan yang didapat adalah :

$$\begin{aligned}
 P_d &= f_c \cdot P \\
 &= 1,3 \cdot 0,37 \text{ Kw} \\
 &= 0,48 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

Dimana :

fc : faktor koreksi

P : Daya motor (0,5HP atau 0,37 kw)

Pd : Daya perencanaan (kw)

4.3.2. Momen torsi pada pulley

Momen torsi yang terjadi pada pulley (*tabel 4.2*) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_2} \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,48}{391,18} \\ &= 1195,15 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.2. Momen Torsi pada pulley

dp (mm)	Dp (mm)	n ₂ (rpm)	T (kg.mm)
38 mm	136 mm	391,18 rpm	1195,15 kg.mm
55 mm	125 mm	747,57 rpm	625,39 kg.mm
73 mm	103 mm	817,60 rpm	571,82 kg.mm

Dimana :

T : Torsi pada Pulley (kg.mm)

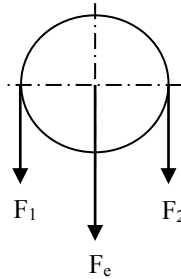
n₂ : putaran poros spindel (rpm)

Pd : Daya perencanaan (kw)

Terdapat 3 macam kecepatan putar yang dihasilkan, dipilih salah satu varian kecepatan putar dengan memilih torsi yang paling besar yaitu 391,18 rpm.

4.3.3. Gaya tarik pada belt

Gaya tarik yang terjadi pada belt (*tabel 4.4*), dengan C sebesar 415 mm dan f : 0,3 (*lampiran*) adalah:



Gambar 4.2 freebody diagram gaya tarik pada belt

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 180 - \frac{60 (Dp - dp)}{C} \\
 &= 180 - \frac{60 (136 - 38)}{415} \\
 &= 165,83^\circ \\
 &= 165,83 \cdot 0,0175 \text{ rad} \\
 &= 2,9 \text{ rad}
 \end{aligned}$$

Dimana :

α = sudut kontak (rad)

F_e = gaya efektif (kgf)

T = Torsi (kg.mm)

r_p = jari jari diameter pulley poros spindel (mm)

F_1 = gaya tarik pada bagian kencang (kgf)

F_2 = gaya tarik pada bagian kendur (kgf)

$$\begin{aligned}
 F_e &= \frac{T}{r_p} \\
 &= \frac{1195,15}{Dp/2} \\
 &= \frac{1195,15}{136/2} \\
 &= 17,58 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{0,3 \cdot 2,9}$$

$$F_1 = F_2 \cdot 2,39$$

Memasukan $F_1 = F_2 \cdot 2,39$ kedalam persamaan
 $F_e = F_1 - F_2$, sehingga di dapatkan :

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$17,58 = F_2 \cdot 2,39 - F_2$$

$$17,58 = 1,39 F_2$$

$$F_2 = \frac{17,58}{1,39}$$

$$F_2 = 12,68 \text{ kgf}$$

Setelah nilai dari F_2 diketahui masukan kedalam persamaan 1 sehingga didapat besarnya F_1 sebagai berikut:

$$F_1 = F_2 \cdot 2,39$$

$$= 12,68 \cdot 2,39$$

$$= 30,31 \text{ kgf}$$

4.3.4. Panjang belt

Diketahui diameter pulley poros : 103mm, 125mm, 136mm dan diameter pulley motor: 38mm, 55mm, 73mm, 86mm.

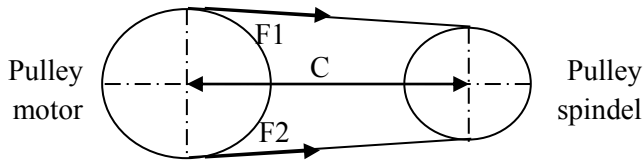
$$D_p < C < 3(D_p + d_p)$$

$$136 < C < 522$$

$$125 < C < 489$$

$$103 < C < 423$$

Maka dipilih nilai C pertama yang di pilih sebesar 415mm.



Gambar 4.3 freebody diagram jarak sumbu poros

- Panjang Belt:

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \cdot C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 \cdot C} \\
 &= 2 \cdot 415 + \frac{\pi}{2}(136 + 38) + \frac{(136 - 38)^2}{4 \cdot 415} \\
 &= 830 + 273,32 + 5,79 \\
 &= 1109,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dimana :

C = jarak sumbu poros (mm)

L = panjang belt (mm)

B = (mm)

D_p = diameter pulley poros spindel (mm)

d_p = diameter pulley motor (mm)

Panjang belt yang didapat dari persamaan diatas adalah 1109,11 mm. Berdasarkan tabel panjang v-belt standart (lampiran) maka dipilih panjang 1120 mm.

4.3.5. Jumlah putaran

Jumlah putaran yang terjadi pada pulley dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$u = \frac{v}{L}$$

$$u = \frac{2,78 \text{ m/s}}{1,12 \text{ m}}$$

$$u = 2,5 \text{ s}^{-1}$$

Dimana :

v = kecepatan putar (m/s)

L = panjang belt (m)

4.3.6. Tegangan maksimal pada belt

Tegangan maksimal (σ_{\max}) yang ditimbulkan pada v-belt diketahui dengan mengasumsikan tegangan awal yang terjadi pada v-belt sebesar $\sigma_0 = 12 \text{ kg/cm}^2$. Bahan belt yang terbuat dari *Rubber Canvas* dengan nilai $\gamma = 1,5 \text{ kg/dm}^3$, $v = 2,78 \text{ m/s}$, $h = 5 \text{ mm}$, dan nilai modulus elastisitas (E_b) = 1200 kg/cm^2 .

Sehingga tegangan maksimal yang di timbulkan pulley dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \sigma_0 + \frac{\sigma_d}{2} + \sigma_v + \sigma_b \\ &= \sigma_0 + \frac{F_e}{2.A} + \frac{\gamma v^2}{10.g} + E_b \frac{h}{D_{\min}} \\ &= 12 \text{ kg/cm}^2 + \frac{17,57 \text{ kgf}}{2,0,81 \text{ mm}^2} + \frac{1,5.(2,78 \text{ m/s})^2}{10,9,81 \text{ m/s}^2} + 1200 \text{ kg/cm}^2 \frac{5 \text{ mm}}{38 \text{ mm}} \\ &= 12 + 10,85 + 0,04 + 157,89 \\ &= 180,78 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Dimana :

v = kecepatan putar (mm)

L = panjang belt (mm)

γ = specific weight (kg/dm^3)

h = tebal (mm)

D_{\min} = diameter minimum pulley (mm)

E_b = modulus elastisitas (kg/cm^2)

A = Luas penampang (mm^2)

σ_d = tegangan karena daya (kg/cm^2)

σ_v = tegangan karena gaya sentrifugal (kg/cm^2)

σ_b = tegangan bending (kg/cm^2)

4.3.7. Umur belt

Umur belt dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot x} \left[\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right]^m$$
$$H = \frac{10^7}{3600 \cdot 2,5 \cdot 2} \left[\frac{90}{338,7} \right]^8$$
$$= 2,09 \text{ jam}$$

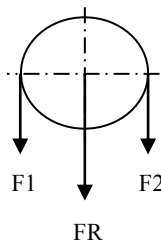
Dimana :

N_{base}	=	fatiq test 10^7
σ_{max}	=	cycle tegangan maksimal (kg/dm^3)
σ_{fat}	=	fatiq limit (v-belt = 90 kg/cm^2)
u	=	jumlah putaran (s^{-1})
H	=	umur belt (jam)
x	=	jumlah pulley yang berputar
m	=	karet, v-belt = 8

4.3. Perencanaan Poros

4.3.1. Gaya yang di terima pada poros pulley

Gaya yang di terima oleh poros pulley dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :



Gambar 4.4 skema gaya pada pulley

$$F_R = \frac{F_e}{\varphi_0} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_R = \frac{17,58}{0,7} \cdot \sin \frac{165,83}{2}$$

$$F_R = 24,92 \text{ kgf}$$

Dimana :

F_R = gaya resultan (kgf)

F_e = gaya efektif (kgf)

α = Sudut kontak

$\varphi_0 = 0,7$ (v-belt)

4.3.2. Perhitungan diameter poros

Bahan poros yang digunakan adalah ST60 dengan nilai $S_{yp} = 0,8$. ST60 = 48 kg/mm², berat pulley (w_p)= 0,625 kgf, berat chuck (w_c)= 5 kgf. Dalam menentukan diameter poros dapat di tentukan dengan persamaan tegangan geser, seperti berikut:

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{16 M_b + 16 M_t}{\pi d^3}\right)^2} \leq \frac{k_s \cdot S_{yp}}{S_f}$$

$$\frac{16^2 M_b^2 + 16^2 M_t^2}{\pi^2 d^6} \geq \left(\frac{k_s \cdot S_{yp}}{S_f}\right)^2$$

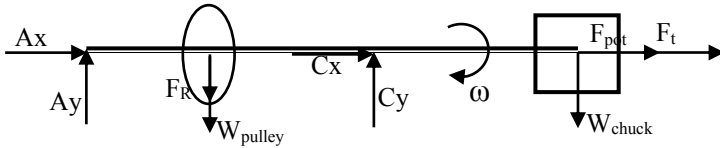
$$d \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 M_b^2 + 16^2 M_t^2}{\pi^2 \frac{k_s \cdot S_{yp}}{S_f}}}$$

Dimana:

S_{yp} : kekuatan bahan terhadap tegangan geser (48 kg/mm)

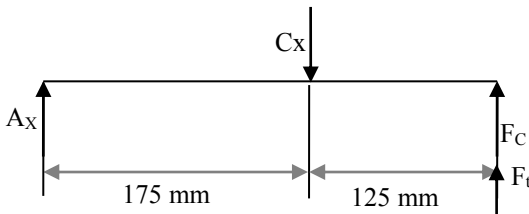
d : diameter poros

M_b : momen bending
 M_t : momen torsi
 K_s : nilai beban kejut ($k_s=1$)
 S_f : angka keamanan (5,6-6)
 τ_{\max} : tegangan maksimum



Gambar 4.5 skema gaya pada poros

Reaksi Tumpuan Arah Horizontal



$$F_t = \frac{M_T}{r_{chuck}} = \frac{1195,15 \text{ N.mm}}{127 \text{ mm}} = 9,41 \text{ N}$$

$$+\uparrow \sum F_x = 0$$

$$Ax - Cx + F_c + F_t = 0$$

$$Ax - Cx + 2,09 + 9,41 = 0$$

$$Cx - Ax = 2,09 + 9,41$$

$$Cx - Ax = 11,5 \dots \dots \dots \text{persamaan 1}$$

$$\curvearrowright + \sum M_x = 0$$

$$Cx(175) + F_c(300) + F_t(300) = 0$$

$$Cx(175) + (2,09)(300) + (9,41)(300) = 0$$

$$Cx = \frac{3450}{175}$$

$$C_x = 19,71$$

Substitusikan nilai C_x , maka di dapatkan nilai A_x yaitu:

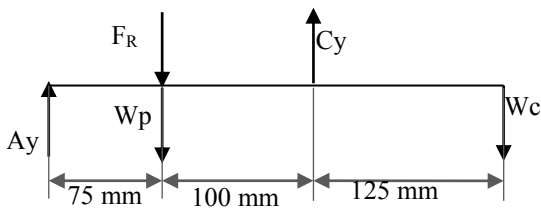
$$C_x - A_x = 11,5$$

$$19,71 - A_x = 11,5$$

$$A_x = 19,71 - 11,5$$

$$A_x = 8,21$$

Reaksi Tumpuan Arah Vertikal



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$A_y - F_R - W_p + C_y - W_c = 0$$

$$A_y + C_y = 17,57 + 0,64 + 5$$

$$A_y + C_y = 23,22$$

$$\curvearrowright + \sum M_y = 0$$

$$F_R(75) + W_p(75) - C_y(175) + W_c(300) = 0$$

$$17,58 \cdot (75) + 0,64 \cdot (75) - C_y \cdot (175) + 5 \cdot (300) = 0$$

$$C_y = \frac{1318,5 + 48 + 1500}{175}$$

$$C_y = 16,38$$

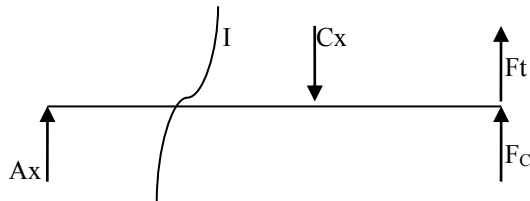
Sustitusikan nilai C_y , maka di dapatkan nilai A_x yaitu:

$$A_y + C_y = 23,22$$

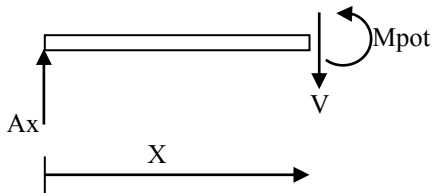
$$A_y = 23,22 - 16,38$$

$$A_y = 6,84$$

Momen Bending Arah Horizontal

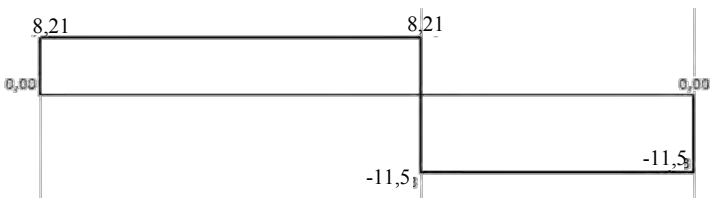


Potongan I-I

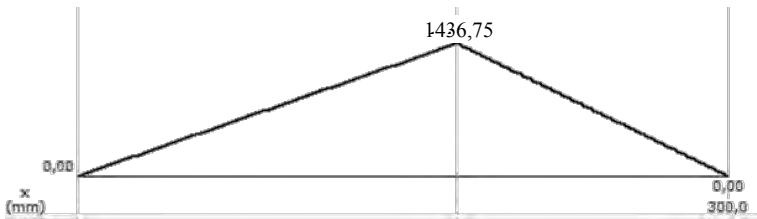


$$\begin{aligned}\sum M_{pot} &= 0 \\ A_x \cdot x - M_{pot} &= 0 \\ M_{pot} &= A_x \cdot x \\ M_{pot} &= 8,21 \cdot x\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jika } x=0; M_{pot} &= 8,21 \cdot 0 \\ M_{pot} &= 0 \\ x=175; M_{pot} &= 8,21 \cdot 175 \\ M_{pot} &= 1436,75\end{aligned}$$

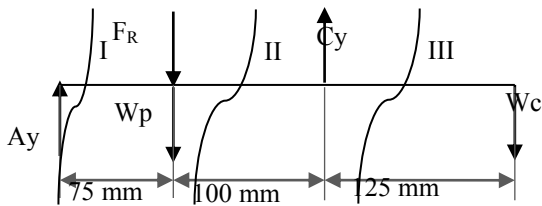


Gambar 4.6 Diagram Gaya Geser Arah Horizontal

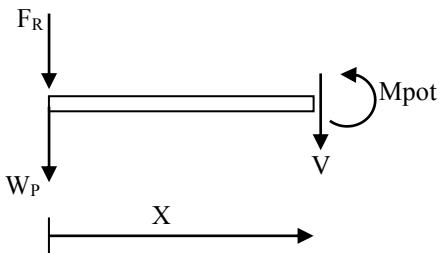


Gambar 4.7 Diagram Momen Bending Arah Horizontal

Momen Bending Arah Vertikal



Potongan I-I



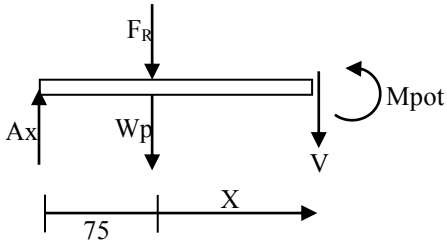
$$\begin{aligned} \sum M_{pot} &= 0 \\ A_y \cdot x - M_{POT} &= 0 \\ M_{POT} &= A_y \cdot x \\ M_{POT} &= 6,84 \cdot x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika } x=0; \quad M_{POT} &= 6,84 \cdot 0 \\ M_{POT} &= 0 \end{aligned}$$

$$x=175; M_{\text{POT}} = 6,84 \cdot (75)$$

$$M_{\text{POT}} = 513$$

Potongan II-II



$$\sum M_{\text{pot}} = 0$$

$$A_y (75 + x) - F_R \cdot (x) - W_p \cdot (x) - M_{\text{POT}} = 0$$

$$M_{\text{POT}} = 6,84(75 + x) - 17,58(x) - 0,64(x)$$

Jika $x=0$;

$$M_{\text{POT}} = 6,84(75 + 0) - 17,58(0) - 0,64(0)$$

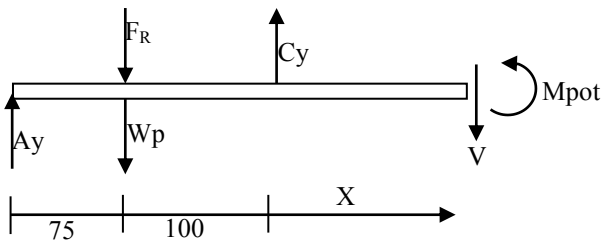
$$M_{\text{POT}} = 513$$

$x=100$;

$$M_{\text{POT}} = 6,84(75 + 100) - 17,58(100) - 0,64(100)$$

$$M_{\text{POT}} = -625$$

Potongan III-III



$$\sum M_{pot} = 0$$

$$A_y (175 + x) - F_R (100 + x) - W_P (100 + x) + C_y(x) - M_{POT} = 0$$

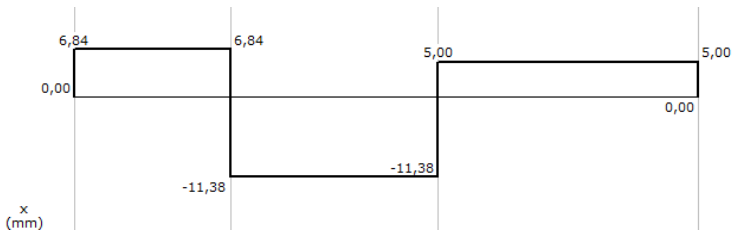
$$M_{POT} = 6,84(175 + x) - 17,58(100 + x) - 0,64(100 + x) + 16,38(x)$$

Jika $x=0$;

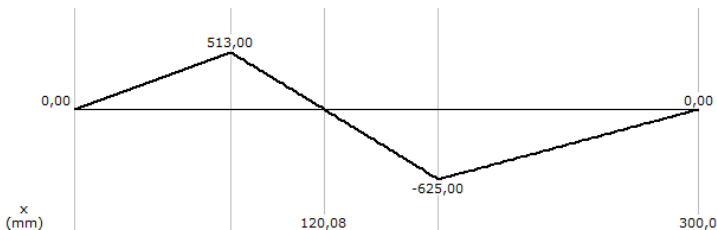
$$M_{POT} = 6,84(175 + 0) - 17,58(100 + 0) - 0,64(100 + 0) + 16,38(0) = -561$$

Jika $x=125$;

$$M_{pot} = 6,84 (175 + 125) - 17,58(100 + 125) - 0,64(100 + 125) + 16,38 (125) = 0$$



Gambar 4.8 Diagram Gaya Gesek Arah Vertikal



Gambar 4.9 Diagram Momen Bending Arah Vertikal

Momen Bending maksimal terjadi pada titik A (pulley).

$$M_b = \sqrt{(M_{bv})^2 + (M_{bh})^2}$$

$$M_b = \sqrt{(513)^2 + (1436,75)^2}$$

$$M_b = \sqrt{1525,59}$$

$$M_b = 1525,58$$

Momen Torsi terjadi adalah

$$M_T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_2}$$

$$M_T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,48}{391,18}$$

$$M_T = 1195,15 \text{ kg.mm}$$

Diameter poros adalah

$$d \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 M_b^2 + 16^2 M_T^2}{\pi^2 \frac{k_s \cdot S_{yp}}{S_f}}}$$

$$d \geq \sqrt[6]{\frac{16^2 (1525,59)^2 + 16^2 (1195,15)^2}{\pi^2 \frac{1.48}{6}}}$$

$$d \geq \sqrt[6]{12177374,39}$$

$$d \geq 15 \text{ mm}$$

Jadi diameter poros yang di ijinakan untuk mesin perautan guci kuningan ini adalah $\geq 15 \text{ mm}$. Pada pengaplikasiannya mesin ini menggunakan poros berdiameter 40 mm.

4.4. Perhitungan Bearing

Pada mesin ini terdapat 2 bearing, dimana diameter poros pada bearing 1 dan bearing 2 besarnya sama yaitu 40 mm, sehingga dipilih jenis ball bearing (ball-single row) untuk bantalan pada mesin ini. Data-data bearing sebagai berikut:

$$\Phi = 40 \text{ mm}$$

B	=	3 (ball bearing)
C _o	=	5020 lb
C	=	7040 lb
V	=	1 (Ring dalam yang berputar)

Untuk menentukan umur pada bearing yang akan digunakan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Dimana :

L₁₀ = umur bearing (jam)

C = beban dinamis (lb)

P = beban ekivalen (lb)

n = putaran (rpm)

v = ring dalam yang berputar

b = konstanta tipe beban

Bearing I pada titik A

$$F_{Ax} = 8,21 \text{ kgf}$$

$$F_{Ay} = 6,84 \text{ kgf}$$

Maka nilai L_{10A},

$$F_{RA} = \sqrt{Ax^2 + Ay^2}$$

$$F_{RA} = \sqrt{8,21^2 + 6,84^2}$$

$$F_{RA} = 8,25 \text{ kgf}$$

$$P_A = v \cdot F_{RA}$$

$$P_A = 1.8,25$$

$$P_A = 8,25 \text{ N}$$

$$P_A = 1,85 \text{ lb}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$L_{lo} = \left(\frac{7040}{1,85} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60.391,17}$$

$$L_{lo} = 2,34 \cdot 10^{12} \text{ jam}$$

Bearing II pada titik C

$$F_{Cx} = 19,71 \text{ kgf}$$

$$F_{Cy} = 19,67 \text{ kgf}$$

Maka nilai L_{loc} ,

$$F_{RC} = \sqrt{Cx^2 + Cy^2}$$

$$F_{RC} = \sqrt{19,71^2 + 19,67^2}$$

$$F_{RC} = 27,85 \text{ kgf}$$

$$P_C = v \cdot F_{RC}$$

$$P_C = 1 \cdot 27,85$$

$$P_C = 27,85 \text{ N}$$

$$P_C = 6,26 \text{ lb}$$

$$L_{lo} = \left(\frac{C}{P} \right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$L_{lo} = \left(\frac{7040}{6,26} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60.391,17}$$

$$L_{lo} = 6,05 \cdot 10^{10} \text{ jam}$$

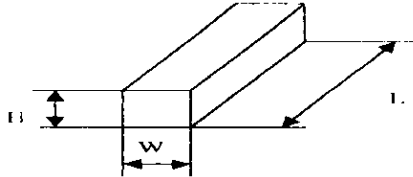
4.5. Perhitungan Pasak

Pada perencanaan pasak bahan yang digunakan adalah ST37 dengan diameter poros 40 mm sehingga didapatkan sebagai berikut:

S_{yp} = teganfan ijin bahan yang digunakan ST37 (UTS= 37 kgf/mm², tegangan luluh 25,9 kg/mm²)

W = lebar pasak

- N = angka keamanan = 3
 T = momen torsi poros = 1195,15 kg. mm
 D = diameter luar poros = 40 mm
 L = panjang pasak



Gambar 4.10 dimensi pasak

Gaya pada pasak

Gaya yang bekerja pada pasak adalah gaya yang bekerja pada diameter luar poros.

$$F = \frac{2 \cdot T}{D}$$

$$F = \frac{2 \cdot (1195,15)}{40}$$

$$F = 59,76 \text{ kgf}$$

Berdasarkan Tegangan Geser

Untuk mencari panjang pasak dapat dilakukan dengan menggunakan rumus tegangan geser.

$$\tau_3 = \frac{2 \cdot T}{W \cdot L \cdot D} = \frac{0,5 \cdot S_{yp}}{N}$$

$$L \geq \frac{2 \cdot T \cdot N}{W \cdot D \cdot 0,5 \cdot S_{yp}}$$

$$L \geq \frac{2 \cdot 1195,15 \cdot 3}{8 \cdot 40 \cdot 0,5 \cdot 25,9}$$

$$L \geq 2,0 \text{ mm}$$

Berdasarkan Tegangan Kompresi

Untuk mencari panjang pasak dapat dilakukan dengan dengan menggunakan persamaan tegangan kompresi.

$$\tau_c = \frac{4.T}{H.L.D} = \frac{K_0 S_{yp}}{N}$$

$$L \geq \frac{4.T.N}{H.D.S_{yp}}$$

$$L \geq \frac{4.1195,15.3}{6.40.25,9}$$

$$L \geq 2,31 \text{ mm}$$

Jadi panjang pasak yang digunakan adalah 15 mm. Sehingga dimensi dari pasak berbahan ST37 yang digunakan pada mesin yaitu dengan lebar 8 mm, tebal 6 mm dan panjang 15 mm.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perencanaan dan perhitungan pada Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Cindogo Tapen Bondowoso, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Telah dihasilkan mesin tepat guna untuk meraut produk guci berbahan kuningan.
2. Pada proses finishing perautan produk guci kuningan dibutuhkan gaya potong sebesar 26,20 N.
3. Daya yang dibutuhkan sebesar 0,37Hp maka digunakan motor berdaya 0,5HP dengan putaran 1400 rpm.
4. Sistem Transmisi yang digunakan:
 - Diameter Pulley yang digunakan adalah 55mm, 73mm, 86mm untuk pulley yang digerakan dan 92mm untuk diameter pulley penggerak.
 - Belt yang digunakan adalah V-belt, type A dengan panjang belt 1315mm.
 - Material poros yang digunakan adalah ST60 dengan diameter 40 mm.

5.2. Saran

Dari perencanaan dan perhitungan pada Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Cindogo Tapen Bondowoso, sebaiknya ditambahkan rem untuk meningkatkan keamanan saat terjadi hal yang tidak terduga dan perlu pengembangan lebih lanjut untuk menjadi mesin yang otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rizky,A.2011. *Peluang Bisnis Industri Kerajinan Logam*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komunikasi AMIKOM.
2. <http://www.jawatimuran.wordpress.com> diaksres pada tanggal 22 Maret 2015
3. <http://www.aa-gallery.co.id/portfolio/kerajinan-guci> diakses pada tanggal 19 April 2015 (20.15)
4. George E Ditter, 1992. *Metallurgi Mekanik*, PT. Erlangga Jakarta
5. Groover P. Mikell, 2010. *Fundamental of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, Fouth Edition, John Wiley & Sons, Inc.
6. Kalpakjian, Schmid, 2009. *Manufacturing Engineering And Technology*, Sixth Edition, Addison Wesley.
7. Sularso,Kiyokatsu Suga. 1994. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan ke 10.PT. Pradnya Paramita, Jakarta
8. Deutschman, Aaron, *Machine Design And Practice*, Collier Macmillan Publishers, London, 1975.
9. Prajitno. 2001 *Elemen Mesin Pokok Bahasan Transmisi sabuk dan Rantai*. Jogja: UGM-Press (universitas Gajah Mada)
10. McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Engineering. © 2002 by The McGraw-Hill Companies, Inc. Rusia: McGraw-Hill Companies
11. Suhariyanto,S. 2009 *Elemen Mesin I*. Surabaya:Diktat-ITS
12. Suhariyanto,S. 2011 *Elemen Mesin II*. Surabaya:Diktat-ITS

Lampiran 1. Tabel Konversi Satuan

TABLE. 1 Conversion Factors

Area		
1 mm ²	= 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ²	= 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ²	= 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity		
1 W/m-K	= 1 J/s-m-K	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
	= 0.577 789 Btu/h-ft-R	
Density		
1 kg/m ³	= 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³	= 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³	= 1 kg/L	
Energy		
1 J	= 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 J	= 0.737 562 lbf-ft	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
1 cal (Int.)	= 4.1868 J	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg	= 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV	= 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force		
1 N	= 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp	= 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation		
g	= 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy		
1 kJ/kg-K	= 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)		
1 W/m ²	= 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient		
1 W/m ² -K	= 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length		
1 mm	= 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm	= 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m	= 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km	= 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi	= 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

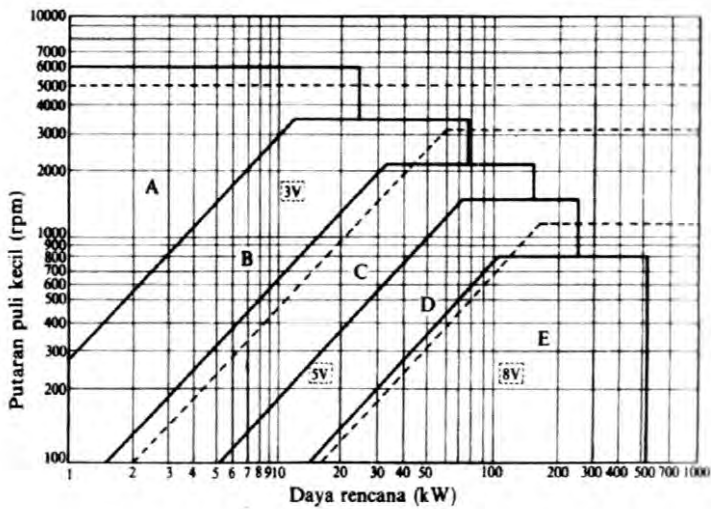
Lampiran 1. Tabel Konversi Satuan (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors		
Specific kinetic energy (V^2)		
1 $\text{m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$	1 $\text{ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$	
1 $\text{kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$	1 $\text{Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$	
Specific potential energy (Zg)		
1 $\text{m} \cdot g_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$	1 $\text{ft} \cdot g_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf} \cdot \text{ft/lbm}$	
= $4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$	= 0.001285 Btu/lbm	
	= 0.002989 kJ/kg	
Specific volume		
1 $\text{cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$		
1 $\text{cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$		
1 $\text{m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$	1 $\text{ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$	
Temperature		
1 $\text{K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$	1 $\text{R} = (5/9) \text{ K}$	
$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$	$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$	
= $(\text{TF} - 32)/1.8$	= $1.8 \text{ TC} + 32$	
$\text{TK} = \text{TR}/1.8$	$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$	
Universal Gas Constant		
$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$	$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R}$	
= $1.98589 \text{ kcal/kmol} \cdot \text{K}$	= $1545.36 \text{ lbf} \cdot \text{ft/lbmol} \cdot \text{R}$	
= $82.0578 \text{ atm} \cdot \text{L/kmol} \cdot \text{K}$	= $0.73024 \text{ atm} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$	
	= $10.7317 (\text{lbf/in.}^2) \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$	
Velocity		
1 $\text{m/s} = 3.6 \text{ km/h}$	1 $\text{ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$	
= 3.28084 ft/s	= 0.3048 m/s	
= 2.23694 mi/h	= 1.09728 km/h	
1 $\text{km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$	1 $\text{mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$	
= 0.91134 ft/s	= 0.44704 m/s	
= 0.62137 mi/h	= 1.609344 km/h	
Volume		
1 $\text{m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$	1 $\text{ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$	
1 $\text{L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$	1 $\text{in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$	
1 $\text{Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$	1 $\text{Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$	
= $3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	1 $\text{Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$	

Lampiran 1. Tabel Konversi Satuan (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m-s}^2$	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
1 atm	= 101.325 kPa		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 1.01325 bar		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 760 mm Hg [0°C]		
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]	1 psi	= 0.068 95 bar
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 mm H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

Lampiran 2. Diagram Pemilihan Nomor Belt



Lampiran 3. Pemilihan Belt

Perampong sabuk-V	Diameter nominal (diameter lingkaran jarak bagi d_p)	$\alpha(^{\circ})$	W^*	L_s	K	K_a	e	f
A	71	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101 - 125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125 - 160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161 - 200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200 - 250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251 - 315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	333 - 430	36	30,77	24,6	9,5	13,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	509 - 630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

* Harga-harga dalam kolom W^* menyatakan ukuran standar.

Lampiran 4. Dimensi V-Belt

Type of belt	Cross-sectional			Design length of belt, L mm
	b mm	h mm	A mm ²	
O	10	6	0,47	400; 450; 560; 630; 710; 800; 900 1000; 1120; 1250; 1400; 1600 1800; 2000; 2240; 2500
A	13	8	0,81	560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120 1250; 1400; 1600; 1800; 2000 2240; 2500; 2800; 3150; 3550; 4000
B	17	10,5	1,38	800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400 1600; 1800; 2000; 2240; 2500 2800; 3150; 3550; 4000; 4500 5000; 5600; 6300
C	22	13,5	2,3	1800; 2000; 2240; 2500; 2800 3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10.000
D	32	19	4,75	3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000 10.000; 11.000; 12.500; 14.000
E	38	23,5	6,95	4500; 5000; 5600; 7100 8000; 9000; 10.000; 11.200; 12.500 14.000; 16.000; 18.000
F	50	30	11,7	6300; 7100; 8000; 9000; 10.000 11.200; 12.500; 14.000; 16.000; 18.000

Lampiran 5. V-Belt Standar (bertanda *)

Penampang A			Penampang B		
13	* 65	117	16	* 68	*120
14	* 66	*118	17	* 69	121
15	* 67	119	18	* 70	*122
16	* 68	*120	19	* 71	123
*17	* 69	121	20	* 72	124
*18	* 70	*122	21	* 73	*125
*19	* 71	123	22	* 74	126
*20	* 72	124	23	* 75	127
*21	* 73	*125	24	* 76	*128
*22	* 74	126	*25	* 77	129
*23	* 75	127	*26	* 78	*130
*24	* 76	*128	*27	* 79	131
*25	* 77	129	*28	* 80	*132
*26	* 78	*130	*29	* 81	133
*27	* 79	131	*30	* 82	134
*28	* 80	132	*31	* 83	*135
*29	* 81	133	*32	* 84	136
*30	* 82	134	*33	* 85	137
*31	* 83	*135	*34	* 86	*138
*32	* 84	136	*35	* 87	139
*33	* 85	137	*36	* 88	*140
*34	* 86	138	*37	* 89	141
*35	* 87	139	*38	* 90	*142
*36	* 88	*140	*39	* 91	143
*37	* 89	141	*40	* 92	144
*38	* 90	142	*41	* 93	*145
*39	* 91	143	*42	* 94	146
*40	* 92	144	*43	* 95	147
*41	* 93	*145	*44	* 96	*148
*42	* 94	146	*45	* 97	149
*43	* 95	147	*46	* 98	*150
*44	* 96	148	*47	* 99	151
*45	* 97	149	*48	*100	152
*46	* 98	*150	*49	101	153
*47	* 99	151	*50	*102	154
*48	*100	152	*51	103	*155
*49	101	153	*52	104	156
*50	*102	154	*53	*105	157
*51	103	*155	*54	106	158
*52	104	156	*55	107	159
*53	*105	157	*56	*108	*160
*54	106	158	*57	109	161
*55	107	159	*58	*110	162
*56	*108	*160	*59	111	163
*57	109	161	*60	*112	164
*58	*110	162	*61	113	*165
*59	111	163	*62	114	166
*60	*112	164	*63	*115	167
*61	113	*165	*64	116	168
*62	114	166	*65	117	169
*63	*115	167	*66	*118	*170
*64	116	168	*67	119	171

Lampiran 6. Panjang V-Belt Standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Lampiran 7. Panjang V-Belt Sempit

3 V			5 V		
Nomor nominal sabuk	Panjang keliling (mm)	Panjang keliling pada jarak bagi sabuk (mm)	Nomor nominal sabuk	Panjang keliling (mm)	Panjang keliling pada jarak bagi sabuk (mm)
3V 250	635	631	5V 500	1270	1262
3V 265	673	669	5V 530	1346	1338
3V 280	711	707	5V 560	1422	1414
3V 300	762	758	5V 600	1542	1516
3V 315	800	796	5V 630	1600	1592
3V 355	851	847	5V 670	1702	1694
3V 355	902	898	5V 710	1803	1795
3V 375	953	949	5V 750	1905	1897
3V 400	1016	1012	5V 800	2032	2024
3V 425	1080	1076	5V 850	2159	2151
3V 450	1143	1139	5V 900	2286	2278
3V 475	1207	1203	5V 950	2413	2405
3V 500	1270	1266	5V 1000	2540	2532
3V 530	1346	1342	5V 1060	2692	2684
3V 560	1422	1418	5V 1120	2845	2837

Lampiran 8. Overload Factors

Power Source	Load on Driven Machine		
	Uniform	Moderate shock	Heavy shock
Uniform	1.00	1.25	1.75 or higher
Light shock	1.25	1.50	2.00 or higher
Medium shock	1.50	1.75	2.25 or higher

Lampiran 9. Faktor Koreksi

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak $\leq 200\%$			Momen puntir puncak $> 200\%$		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar baji, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, lisa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Lampiran 10. Dimensi dan Bahan untuk Belt

	Leather	Rubber canvas	Solid-woven cotton	Woven woollen	Interstitched rubber	Woven semi-linen
Width b in mm	20-300	20-500	30-250	50-300	20-137	15-53
Thickness h in mm	Single 3-5.5 Double 7.5-10	2.5-13.5	4.5-6.5-8.5	6-9-11	1.75-2.5-3.3	1.75
UTS in kg/cm^2	200	4-10 (without layers), 370 (with layers)	350-405	300	300	500
Max elongation	10% at 100kg/cm^3	18% at rupture	20-25% at rupture	60% at rupture	16% at rupture	10% at rupture
Ratio D_{\min}/h recommended	35	40	30-40	30	40	30
Allowable	25	30	25-35	25	30	25
Recommended max velocity max in m/sec	40	20-30	25	30	50	50

Specific weight in kg/dm^3	0.98	1.25-1.50	0.75-1.05	0.90-1.24	≈ 1.2	≈ 1.0
Constant a a	29	25	21	18	23	21
w (formula 3-25)	300	100	150	150	200	150
Modulus of Elastisitas, E_b in kg/cm^2	1.000-1.500	800-1.200	300-600	—	1.000-1.200	—

Lampiran 11. *Tabel Pasak Standar*

Shaft diameter (mm) upto and including	Key cross-section		Shaft diameter (mm) upto and including	Key cross-section	
	Width (mm)	Thickness (mm)		Width (mm)	Thickness (mm)
6	2	2	85	25	14
8	3	3	95	28	16
10	4	4	110	32	18
12	5	5	130	36	20
17	6	6	150	40	22
22	8	7	170	45	25
30	10	8	200	50	28
38	12	8	230	56	32
44	14	9	260	63	32
50	16	10	290	70	36
58	18	11	330	80	40
65	20	12	380	90	45
75	22	14	440	100	50

Panjang pasak yang direkomendasikan dalam satuan mm adalah 6, 8, 10, 14, 16, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400

Lampiran 12. Spesifikasi ST 60 dan ST37

Bahan	Modulus Elastisitas E	Modulus Geser G	Resistan Max Rm	Resistan extension Re	Tegangan tarik berulang $\sigma_{t,ul}$	Tegangan tarik berganti $\sigma_{t,gt}$	Tegangan bengkok berulang $\sigma_{b,ul}$	Tegangan bengkok berganti $\sigma_{b,gt}$	Tegangan puntir berulang $\tau_{p,ul}$	Tegangan puntir berganti $\tau_{p,gt}$
St 37	210,000	80,000	370	240	240	175	340	200	170	140
St 42	210,000	80,000	420	260	260	190	360	220	180	150
St 50	210,000	80,000	500	300	300	230	420	260	210	180
St 52	210,000	80,000	520	320	320	240	430	280	220	190
St 60	210,000	80,000	600	340	340	270	470	300	230	210
St 70	210,000	80,000	700	370	370	320	520	340	260	240
50 Cr Mo4	210,000	80,000		900	860	500	940	540	630	370
20 Mn Cr 5	210,000	80,000		700	700	540	980	600	490	340

Lampiran 13. Pemilihan Bearing

Bearing selection data for single-row, deep-groove, Conrad-type ball bearings

A, Series 6200

Bearing number	Nominal bearing dimensions						Preferred shoulder diameter		Bearing weight	Basic static load rating, C_0	Basic dynamic load rating, C	
	d		D		B		r^a	Shoulder				
	mm	in	mm	in	mm	in		in	in	lb	lb	lb
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1180
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1370
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.340	0.14	1010	1660
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1680	2430
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3330
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8900	10900
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11400
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10500	12600
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12300	14600
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14200	16600
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16300	18800
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18600	21100
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20900	23000
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23400	24900
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26200	28900

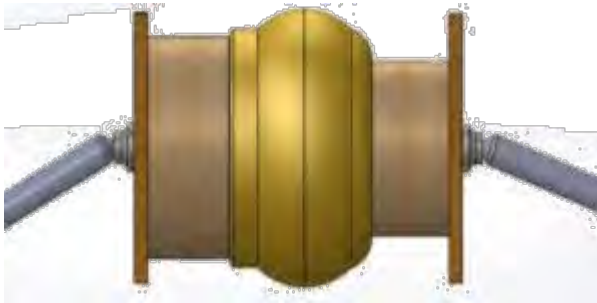


Lampiran 14. *Angka Keamanan*

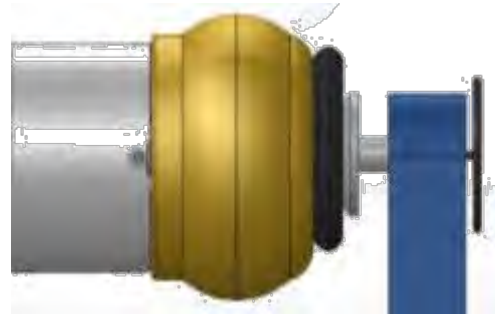
1	N = 1,25 – 1,5 for exceptionally reliable materials used under controllable conditions and subjected to loads and stresses that can be determined with certainty. Used almost invariably where low weight is a particularly important consideration.
2	N = 1,5 – 2 for well-known materials, under reasonably constant enviromental conditions, subjected to loads and stresses that can be determined readily.
3	N = 2 – 2,5 for average materials operated in ordinary environments and subjected to loads and streese that can be determined.
4	N = 2,5 – 3 for less tried or for brittle materials under average conditions of environment,load,stress.
5	N = 3 – 4 for untried materials used under average conditions of environment,load, and stress.
6	N = 3 – 4 should also be used with better known materials thats are to be used in uncertain environments or subjected to uncertain stresses.
7	Repeated loads : the factors established in items 1 to 6 are acceptable but must be applied to the endurance limit rather than the yield strength of the materials.
8	Impact forces : the factors given in items 3 to 6 are acceptable, but an impact factor should be included.
9	Brittle materials : where the ultimate strength is used as the theoretical maximum. The factors presented in items 1 to 6 should be approximately doubled.
10	Where higher factors might appear desirable, a more through analysis of the problem should be undertaken before deciding upon their use.

Lampiran 16. Sistem Pencekam

Mekanisme pencekaman guci
pada *home industry*



Mekanisme pencekaman guci
pada Mesin Perautan



Lampiran 17. Specific Energy for selected work

TABLE 21.2 Values of unit horsepower and specific energy for selected work materials using sharp cutting tools and chip thickness before the cut $t_c = 0.25$ mm (0.010 in).

Material	Brinell Hardness	Specific Energy U or Unit Power P_u		Unit Horsepower HP_u , hp/(in ² /min)
		N-m/mm ²	in-lb/in ²	
Carbon steel	150–200	1.6	240,000	0.6
	201–250	2.2	320,000	0.8
	251–300	2.8	400,000	1.0
Alloy steels	200–250	2.2	320,000	0.8
	251–300	2.8	400,000	1.0
	301–350	3.6	520,000	1.3
	351–400	4.4	640,000	1.6
Cast irons	125–175	1.1	160,000	0.4
	175–250	1.6	240,000	0.6
Stainless steel	150–250	2.8	400,000	1.0
Aluminum	50–100	0.7	100,000	0.25
Aluminum alloys	100–150	0.8	120,000	0.3
Brass	100–150	2.2	320,000	0.8
Bronze	100–150	2.2	320,000	0.8
Magnesium alloys	50–100	0.4	60,000	0.15

Data compiled from [6], [8], [11], and other sources.

Lampiran 18. Cutting speed

Cutting speeds for various materials using a plain high speed steel cutter

Material type	Meters per min (MPM)	Surface feet per min (SFM)
Steel (tough)	15–18	50–60
Mild steel	30–38	100–125
Cast iron (medium)	18–24	60–80
Alloy steels (1320–9262)	20–37	65–120 ^[1]
Carbon steels (C1008–C1095)	21–40	70–130 ^[1]
Free cutting steels (B1111–B1113 & C1108–C1213)	35–69	115–225 ^[1]
Stainless steels (300 & 400 series)	23–40	75–130 ^[1]
Bronzes	24–45	80–150
Leaded steel (Leadloy 12L14)	91	300 ^[1]
Aluminum	75–105	250–350
Brass	90–210	300–700 (Max. spindle speed) ^[1]

Lampiran 19. Perhitungan gaya potong dan daya potong

Gaya potong dapat diperoleh melalui persamaan sebagai berikut:

$$P_u = \frac{P_c}{R_{MR}} = \frac{F_c \cdot v}{R_{MR}} \quad (1)$$

Nilai R_{MR} dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$R_{MR} = a_p \cdot \pi \cdot d_r \cdot v \quad (2)$$

Persamaan (2) dapat disubstitusikan pada persamaan (1) sehingga persamaan gaya potong menjadi:

$$P_u = \frac{F_c \cdot v}{a_p \cdot \pi \cdot d_r \cdot v}$$
$$F_c = P_u \cdot a_p \cdot \pi \cdot d_r \quad (3)$$

dimana:

P_u = unit power (2,2 Nm/mm³)

a_p = kedalaman potong (0,25 mm)

d_r = diameter rata-rata ($\frac{15+14,6}{2}$ mm)

v = kecepatan keliling *pulley* (9,32 m/s)

Persamaan (3) dapat diselesaikan dengan memasukkan nilainya, sehingga nilai gaya potong menjadi:

$$F_c = 2,2 \text{ Nm/mm}^3 \cdot 0,2 \text{ mm} \cdot \pi \cdot \frac{15 + 14,6}{2} \text{ mm}$$
$$F_c = 2,096 \text{ N}$$

Daya potong dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$P_c = F_c \cdot v \quad (4)$$

Nilai gaya potong (F_c) dan kecepatan keliling *pulley* (v) dimasukkan pada persamaan (4) sehingga nilai daya potong menjadi :

$$P_c = 2,09 \text{ N} \cdot 2,78 \text{ m/s}$$

$$P_c = 5,82 \text{ Nm/s}$$

$$P_c = 5,82 \text{ W}$$

$$P_c = 0,008 \text{ HP}$$

Cara lain:

Rumus R_{MR} dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$R_{MR} = a_p \cdot f \cdot \pi \cdot d_r \cdot n \quad (5)$$

dimana :

f = *feeding* (0,04mm/rot)

n = kecepatan putaran (391,18 rpm)

Rumus R_{MR} disubstitusikan pada persamaan (1) sehingga menjadi:

$$P_u = \frac{F_c \cdot v}{a_p \cdot f \cdot \pi \cdot d_r \cdot n}$$
$$F_c = \frac{P_u \cdot a_p \cdot f \cdot \pi \cdot d_r \cdot n}{v} \quad (6)$$

Nilai gaya potong diperoleh dengan memasukkan nilai-nilai pada persamaan (6) menjadi:

$$F_c = \frac{2,2 \text{ Nm/mm}^3 \cdot 0,2 \text{ mm} \cdot 0,04 \text{ mm/rot} \cdot \pi \cdot \frac{15+14,6}{2} \text{ mm} \cdot 391,18 \text{ rpm}}{2,78 \text{ m/s}}$$

$$F_c = 2,096 \text{ N}$$

$$F_c \approx 2,096 \text{ N}$$

Nilai gaya potong (F_c) dan kecepatan keliling *pulley* (v) dimasukkan pada persamaan (4) sehingga nilai daya potong menjadi :

$$P_c = 2,096 \text{ N} \cdot 2,78 \text{ m/s}$$

$$P_c = 5,82 \text{ Nm/s}$$

$$P_c = 6 \text{ W}$$

$$P_c = 0,008 \text{ HP}$$

Lampiran 20. Tabel Koefisien Gesek

Type of belt	Pule material			
	Compressed paper	wood	steel	Cast iron
<u>Leather</u>				
Tanned with vegetable compound	0.35	0.30	0.25	0.25
Tanned with mineral compound	0.50	0.45	0.40	0.40
<u>Cotton</u>				
Solid woven	0.28	0.25	0.22	0.22
Stitched	0.25	0.23	0.20	0.20
<u>Woolen</u>	0.45	0.40	0.35	0.35
Rubber	0.35	0.32	0.30	0.30

(Sumber : Dobrowolsky, 1983: 206)

Lampiran 21. Tabel Sudut Kontak

Sketch				
Arc of contact between the belt and the smaller pulle	$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{d} 60^\circ$	$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 + D_1}{d} 60^\circ$	$\alpha = 180^\circ + \frac{D_2 - D_1}{d} 60^\circ$	$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{d} 60^\circ$
Geometrical length of belt (disregarding tension and sag)	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4d}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4d}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{D_1^2 + D_2^2}{4d}$	$L = (A + dp + C) + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{8d} + \frac{(D_2 + D_1)^2}{8d} + \frac{(D_1 - D_2)^2}{8d} - \frac{E(D_1 + D_2)}{4d} - \frac{E(D_2 + D_1)}{4d}$

(Sumber : Dobrowolsky, 1983: 232-233)

Lampiran 22. Tabel Dimensi Belt

Type of belt	Cross-sectional			Design length of belt, L, mm
	b, mm	h, mm	A, mm ²	
D	10	6	0,47	400; 450; 560; 630; 710; 800; 900 1000; 1120; 1250; 1400; 1600 1800; 2000; 2240; 2500
A	13	8	0,81	560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120 1250; 1400; 1600; 1800; 2000 2240; 2500; 2800; 3150; 3550; 4000
B	17	10,5	1,38	800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400 1600; 1800; 2000; 2240; 2500 2800; 3150; 3550; 4000; 4500 5000; 5600; 6300
C	22	13,5	2,3	1800; 2000; 2240; 2500; 2800 3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10.000
D	32	19	4,75	3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000 10.000; 11.000; 12.500; 14.000
E	38	23,5	6,95	4500; 5000; 5600; 7100 8000; 9000; 10.000; 11.200; 12.500 14.000; 16.000; 18.000
F	50	30	11,7	6300; 7100; 8000; 9000; 10.000 11.200; 12.500; 14.000; 16.000; 18.000

Lampiran 23. Tabel Faktor Kecepatan

Kecepatan belt: v (m/s)	1	5	10	15	20	25	30
Belt datar, C _v	1,04	1,03	1,0	0,95	0,88	0,79	0,68
V-belt, C _x	1,05	1,04	1,0	0,94	0,85	0,74	0,60

Sumber : Dobrunovsky, 1983: 236)

Lampiran 24. Tabel Sudut Kontak

Sudut kontak, m/c	80	120	140	160	180	220
Bellatar, Ca	-	0,82	0,88	0,94	1,0	1,12
V-bell, Ca	0,62	0,83	0,90	0,96	1,0	1,08

(Sumber : Dobrovolsky, 1985: 237)

Lampiran 25. Tabel Koefisien Gesek *Bearing*

No	Type Bearing	Start		Selama Berputar	
		Radial	Aksial	Radial	Aksial
1	Ball Bearing	0,0025	0,0060	0,0015	0,0040
2	Spherical Roller Bearing	0,0030	0,1200	0,0018	0,0080
3	Cylindrical Roller Bearing	0,0020	---	0,0011	---

(Sumber : Deutschnan, 1973: 482)

Lampiran 26. Tabel *Ball Bearing Service Factors, F_s*

No	Type of service	Multiply calculated load by following factors-	
		Ball Bearing	Roller Bearing
1	Uniform and steady load	1,0	1,0
2	Light shock load	1,5	1,0
3	Moderate shock load	2,0	1,1
4	Heavy shock load	2,5	1,7
5	Extreme and indefinite shock load	3,0	2,0

Lampiran 27. Tabel Pengecilan Diameter Dalam dan *Clearance* pada *Spherical Roller Bearing* (mm)

Bearing bore diameter		Reduction in radial internal clearance		Axial drive-up ¹⁾ Taper 1 : 12 on diameter		Taper 1 : 30 on diameter		Minimum permissible final clearance after mounting bearings with clearance		
mm	inch	min	max	min	max	min	max	Normal	C3	C4
		in		in				in		
30	30	0.0006	-0.0008	0.012	-0.014	—	—	0.0006	0.0008	0.0014
35	40	0.0008	-0.0010	0.014	-0.016	—	—	0.0008	0.0010	0.0018
40	50	0.0010	-0.0012	0.016	-0.018	—	—	0.0008	0.0012	0.0020
50	55	0.0012	-0.0015	0.018	-0.024	—	—	0.0010	0.0014	0.0025
55	60	0.0015	-0.0020	0.025	-0.030	—	—	0.0010	0.0016	0.0030
60	150	0.0018	-0.0025	0.027	-0.035	0.070	-0.090	0.0014	0.0020	0.0030
70	125	0.0020	-0.0028	0.030	-0.045	0.075	-0.110	0.0020	0.0025	0.0040
75	160	0.0025	-0.0035	0.045	-0.065	0.110	-0.140	0.0022	0.0030	0.0045
80	180	0.0030	-0.0040	0.047	-0.063	0.120	-0.155	0.0022	0.0035	0.0060
90	180	0.0030	-0.0045	0.050	-0.070	0.130	-0.165	0.0024	0.0040	0.0060
100	200	0.0035	-0.0050	0.055	-0.080	0.140	-0.185	0.0028	0.0040	0.0065
120	225	0.0040	-0.0055	0.060	-0.085	0.155	-0.215	0.0030	0.0045	0.0070
130	280	0.0045	-0.0060	0.065	-0.095	0.165	-0.235	0.0035	0.0050	0.0080
150	300	0.0045	-0.0065	0.075	-0.105	0.185	-0.265	0.0040	0.0055	0.0085
160	315	0.0050	-0.0075	0.080	-0.120	0.195	-0.295	0.0043	0.0060	0.0095
170	380	0.0060	-0.0085	0.095	-0.130	0.235	-0.325	0.0047	0.0065	0.0100
180	400	0.0065	-0.0090	0.100	-0.140	0.255	-0.355	0.0050	0.0075	0.0115
200	450	0.0080	-0.0105	0.120	-0.155	0.305	-0.395	0.0050	0.0080	0.0120
400	500	0.0085	-0.0110	0.130	-0.175	0.325	-0.435	0.0065	0.0090	0.0135

Lampiran 28. Tabel Dimensi Pasa Datar (*Square Keys*), Ukuran dalam Meter

Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in*	Dimension of Key, in Opposite Side of Shaft, $\frac{1}{2}$	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in*	Dimension of Key, in Opposite Side of Shaft, $\frac{1}{2}$	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in*	Dimension of Key, in Opposite Side of Shaft, $\frac{1}{2}$	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, in*	Dimension of Key, in Opposite Side of Shaft, $\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	0.430	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	1.225	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	2.021	$\frac{3}{2}$	1	3.280
$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	0.493	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	1.289	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	2.084	$2\frac{1}{2}$	1	4.270
$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{16}$	0.517	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$	1.357	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	2.145	4	1	5.207
$\frac{11}{16}$	$\frac{7}{16}$	0.581	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	1.816	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2.275	$4\frac{1}{4}$	1	5.690
$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	0.666	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	1.879	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	2.402	$4\frac{7}{8}$	1	5.887
$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	0.708	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$	1.927	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	2.473	$4\frac{3}{2}$	1	5.960
$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	0.771	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1.927	$3\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{4}$	2.514	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	6.507
$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	0.796	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1.961	3	$2\frac{3}{4}$	2.577	$4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	6.237
1	$1\frac{1}{8}$	0.859	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1.933	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	2.704	5	$1\frac{1}{2}$	6.290
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	0.923	2	$1\frac{3}{4}$	1.718	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	2.831	$5\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	6.550
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	0.956	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	1.781	$3\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	2.880	$5\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	6.740
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$	1.040	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	1.845	$3\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	2.944	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	6.803
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1.112	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	1.909	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3.007	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	6.900
$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	1.227	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	1.912	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3.140	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	7.091
$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$	1.201	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	1.937	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3.261	6	$1\frac{1}{2}$	7.184

SOURCE: ASME, 1933 Standard B51.1-1931.
 *Tolerance on key: 0.0010 in. for Width $\frac{1}{2}$ in. or less; 0.0015 in. for shafts $\frac{1}{16}$ to $\frac{1}{2}$ in. inclusive; 0.0020 in. for shafts $\frac{1}{2}$ to 1 in. inclusive.

Lampiran 29. Tabel Ekvivalen *Bearing*

Factor X and Y for Ball and Roller Bearings									
Contact angle α , deg	$(F_a/F_r) \cos \alpha$	Single-Row Bearing		Double-Row Bearing				e	
		$(F_a/V.F_r) > e$		$(F_a/V.F_r) < e$		$(F_a/V.F_r) > e$			
		X	Y	X	Y	X	Y		
Radial Contact Ball Bearing									
—	0.014	0.50	2.30	1	0	0.50	2.30	0.19	
	0.028		1.99				1.99	0.22	
	0.056		1.71				1.71	0.26	
	0.084		1.55				1.55	0.28	
	0.110		1.45				1.45	0.30	
	0.170		1.31				1.31	0.34	
	0.280		1.15				1.15	0.38	
	0.420		1.04				1.04	0.42	
	0.660		1.00				1.00	0.44	
Angular Contact Ball Bearing									
5	0.014	0.56	2.30	Use X, Y and e evaluated applicable to single- row radial contact bearing	2.78	0.78	2.78	0.23	
	0.028		1.99				2.40	0.26	
	0.056		1.71				2.07	0.30	
	0.085		1.55				1.87	0.34	
	0.110		1.45				1.75	0.36	
	0.170		1.31				1.58	0.40	
	0.280		1.15				1.39	0.45	
	0.420		1.04				1.26	0.50	
	0.660		1.00				1.21	0.62	
10	0.014	0.46	1.88	1.0	2.18	0.75	2.30	0.19	
	0.028		1.71				1.99	0.22	
	0.057		1.52				1.79	0.26	
	0.086		1.41				1.63	0.28	
	0.110		1.34				1.55	0.30	
	0.170		1.23				1.42	0.34	
	0.290		1.10				1.27	0.38	
	0.430		1.01				1.17	0.42	
	0.670		1.00				1.16	0.44	

Catatan:
 $(F_a/F_r) > e$: radial; $\alpha = 1$ dan $T = 0$ (Single-row Bearing)
 Sumber: Deformation 1975

Lampiran 30. Tabel *Standard Dimensions and Load Rating of Rolling Bearing*

Bearing Series, d	Outside Dia. D	Max. Fillet Radius in	Dimension Series B3										
			Width B mm	Self-aligning Ball Bearing		Single Row Deep Groove Ball Bearing		Angular Contact Steep angle Ball Bearing		Cylindrical Roller Bearing		Spherical Roller Bearing	
				Co	C	Co	C	Co	C	Co	C	Co	C
4	16	0,012	5										
5	19	0,012	6										
6													
7													
8													
9													
10	35	0,024	11			845	1400						
12	37	0,039	12	530	1630	1040	1580						
15	42	0,039	13	590	1660	1220	1960						
17	47	0,039	14	820	2170	1470	2340						
20	52	0,039	15	900	2150	1750	2750	1920	3000				
25	62	0,039	17	1350	3110	2390	3560	2870	4220	2870	5130	6000	6700
30	72	0,039	19	1740	3700	3340	4850	3840	5370	3940	6760	8500	9500
35	80	0,059	21	2210	4350	4020	5750	4620	6340	5370	8830	9800	10600
40	90	0,059	23	2740	5110	5020	7040	5770	7740	6340	10300	12900	13700
45	100	0,059	25	3580	6600	6730	9120	7730	10100	9030	14200	17300	17900
50	110	0,079	27	3930	7510	8010	10700	9200	11800	11100	17000	18300	19300

Source: Catalogue 1015

4

Lampiran 31 Tabel kecepatan potong dan pemakanan

Tabel Kecepatan Potong dan Pemakanan/Putaran berdasarkan
Bahan dan jenis pahat Bubut

Material	Ballpark CS with High- Speed Tool	Cutting Speed High-Speed Tool	Cutting Speed Carbide Tool	Feed/Rev HSS Tool Lathe*	Feed/Rev Carbide Tool Lathe*
SAE 1020 - Low Carbon Steel	100	80-120	300-400	.002-.020	.006- .035
SAE 1050 - High Carbon Steel	60	60-100	200	.002-.015	.006- .030
Stainless Steel	100	100-120	240-300	.002-.005	.003- .006
Aluminum	250	400-700	800-1000	.003-.030	.008- .045
Brass & Bronze	200	110-300	600-1000	.003-.025	.008- .040
Plastics*	500	500	1000	.005-.050	.005- .050

**Variation in Cutting-Speed & Feed-per-Revolution will exist with different alloys, procedures, tools & desired finishes. Feed-Per-Revolution is also affected by the size of the lathe-tool, as well as the depth of cut. The cutting speed and speed of plastics will vary greatly depending upon the type of plastic.*

Lampiran 32. Data Lapangan

Material : Kuningan (70%Cu dan30 %Zn) bekas/loakan
Tebal : $\pm 0,5-0,7$ mm
Pemanasasn : $\pm 1130^{\circ}\text{C}$ (selama 5 jam) /1kw
Harga Kuningan: Rp 45.000,-
Lilitan = jumlah putaran = 3
Waktu:

PERCOBAAN	WAKTU (menit)
I	0,45
II	0,47
III	0,45
IV	0,46
V	0,47
Σ rata-rata	0,46

Rumus:

$$n = \frac{\text{jumlah putaran}}{\text{waktu (menit)}}$$
$$n = \frac{3 \text{ (putaran)}}{0,46 \text{ (detik)}}$$
$$n = 6,522 \text{ rps}$$
$$n = 6,522 \times 60 \text{ (rpm)}$$
$$n = \mathbf{391,3} \text{ putaran/menit}$$

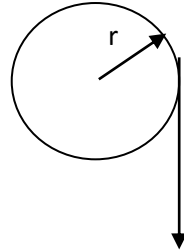
Gaya = $F = 14,8 \text{ kgf}$ (dengan timbangan)

Torsi:

$$\mathbf{T} = \mathbf{F} \times \mathbf{r}$$

$$T = 14,8 \text{ kgf} \times \frac{140,7 \text{ mm}}{2}$$

$$T = 1041,2 \text{ kgf.mm}$$



Daya :

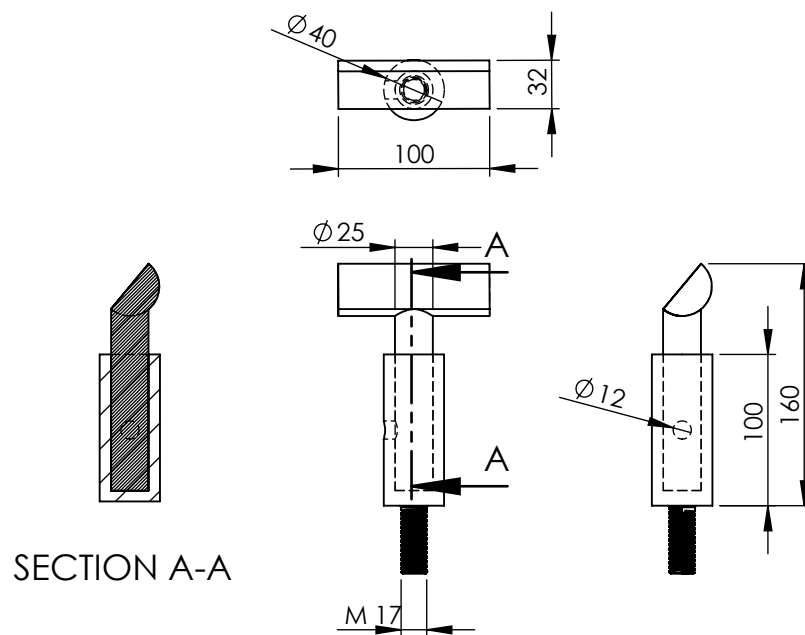
$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{T} \cdot \mathbf{n}}{\mathbf{9,74} \times \mathbf{10^5}}$$

$$P = \frac{1041,2 \cdot 391,3}{9,74 \times 10^5}$$

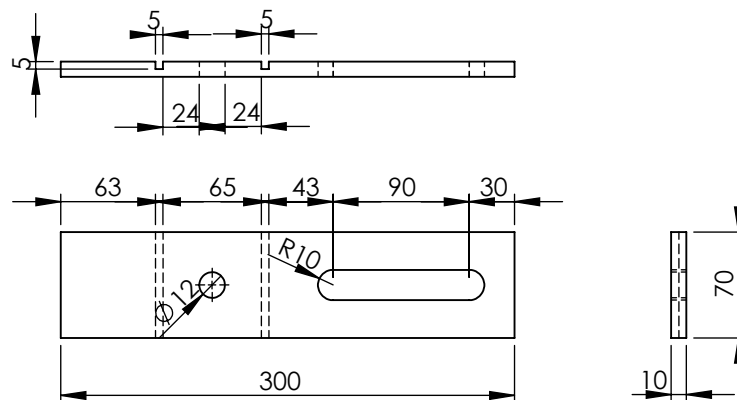
$$P = 0,418 \text{ KW}$$

$$P = 418 \text{ W}$$

12

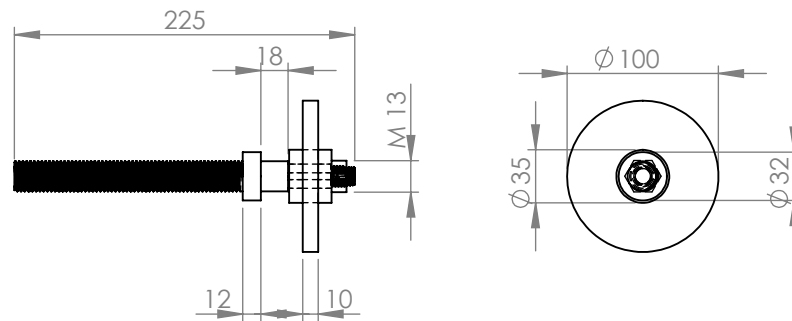


13

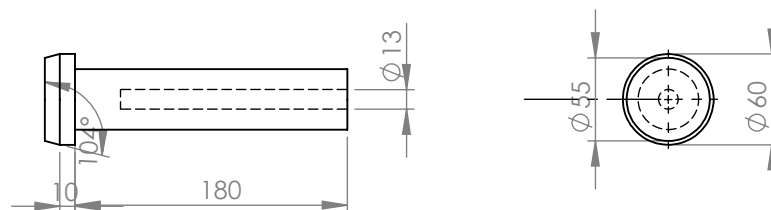


13.	1	Jalur Pahat	Steel		
12.	1	Dudukan Pahat	Steel		
NO.	JUMLAH	NAMA	MATERIAL	NORMALISASI	KETERANGAN
	SKALA : 1: 5		DIGAMBAR : Putri Dewi A.& Rizky A.		PERINGATAN :
	UKURAN : mm		NRP : 2112039001&033		
	TANGGAL :16-06-2015		DILIHAH : Ir. Nur Husodo, MS.		
D3 Teknik Mesin Produksi ITS-Disnakertransduk			Dudukan Pahat & Jalur Pahat		No. 5/5 A4

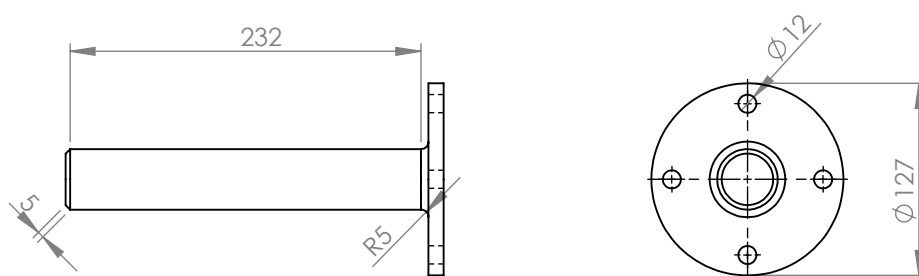
5



6

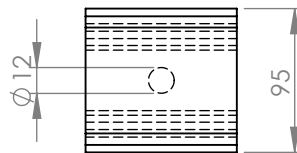
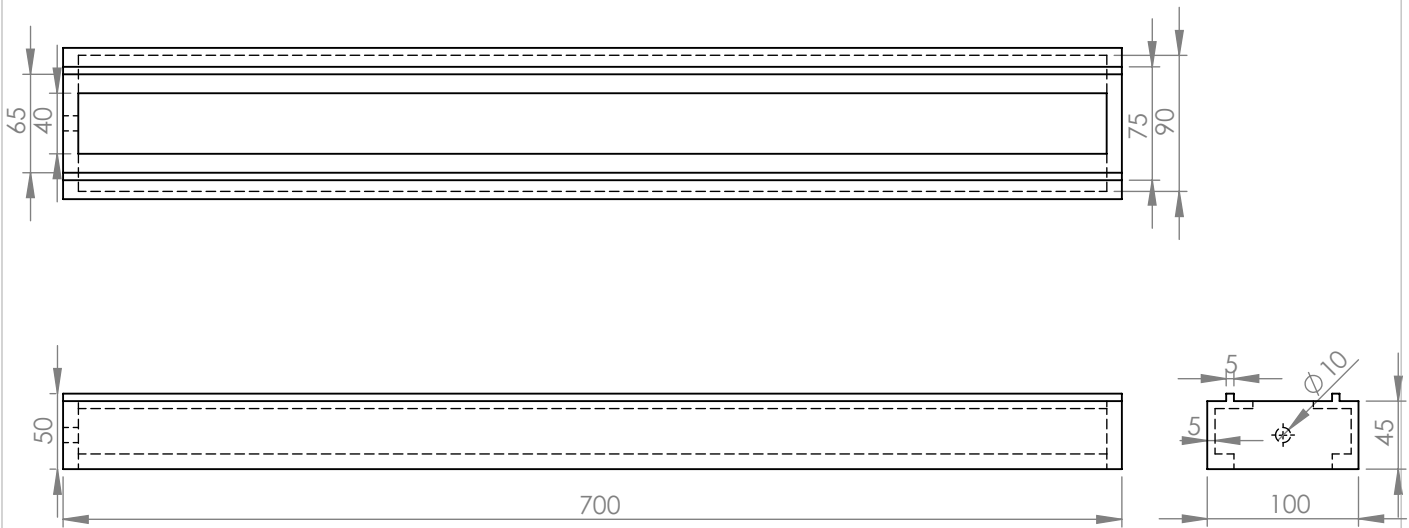


8

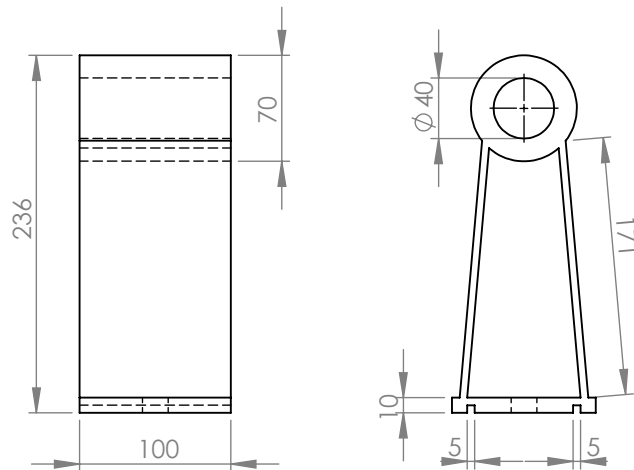


8.	1	Poros	Steel		ST 60
6.	1	Centering	Steel		
5.	1	Handwheel	Steel		
NO.	JUMLAH	NAMA	MATERIAL	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:5	DIGAMBAR : Putri Dewi A. & Rizky A. NRP : 2112039001/033 DILIHAH : Ir. Nur Husodo, M.S		
		SATUAN : mm			
		TANGGAL : 16-06-2015			
D3 TEKNIK MESIN PRODUKSI ITS-DISNAKER			Handwheel, Centering & Poros		NO. 4/5 A4

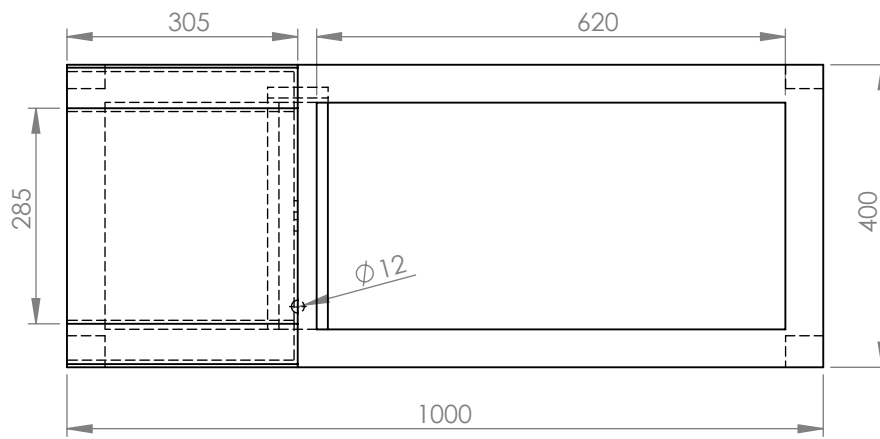
3



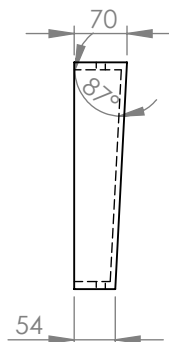
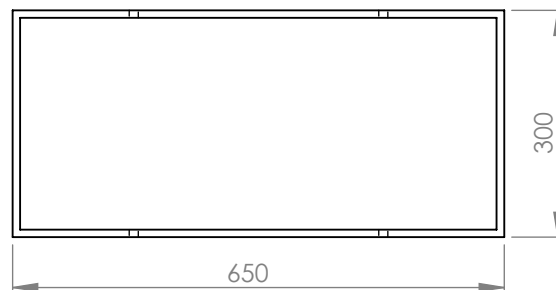
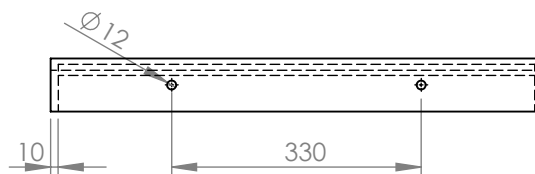
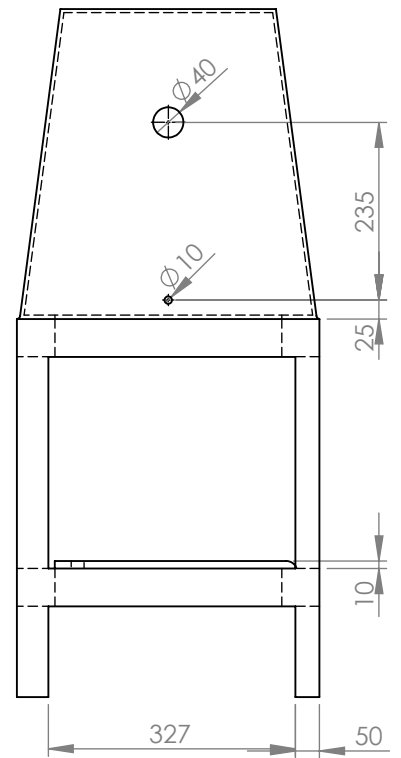
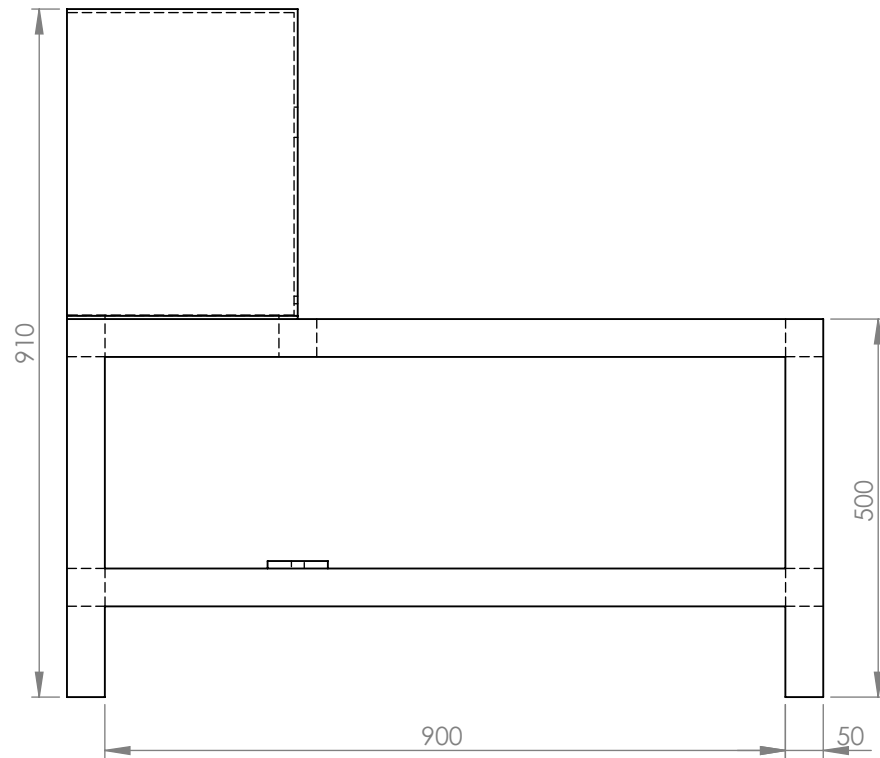
4



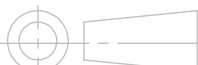
4.	1	Tailstock	Steel			
3.	1	Jalur/Ways	Steel	Siku (50x50x2.3 mm)		
NO.	JUMLAH	NAMA	MATERIAL	NORMALISASI	KETERANGAN	
	SKALA : 1:5		DIGAMBAR : Putri Dewi A. & Rizky A.		PERINGATAN :	
	SATUAN : mm		NRP : 2112039001/033			
	TANGGAL : 16-06-2015		DILIHAT : Ir. Nur Husodo, M.S			
D3 TEKNIK MESIN PRODUKSI ITS-DISNAKER			Jalur/Ways dan Tailstock		NO. 3/5	A4

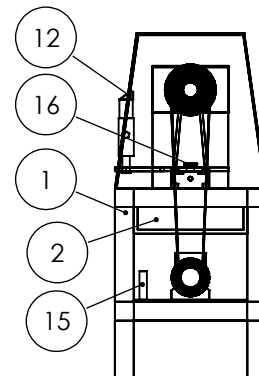
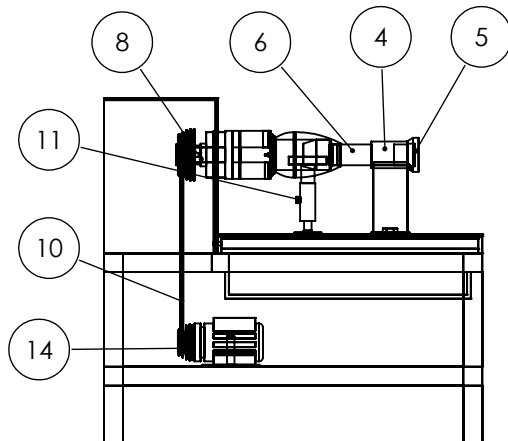
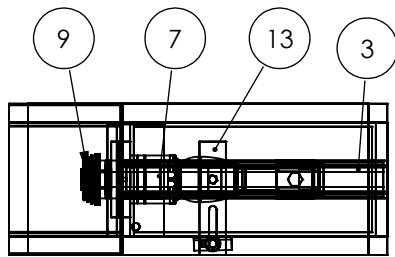


1



2

2.	1	Wadah Geram	Steel		
1.	1	Rangka	Steel		
NO.	JUMLAH	NAMA	MATERIAL	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:10	DIGAMBAR : Putri Dewi A. & Rizky A.		PERINGATAN :
		SATUAN : mm	NRP : 2112039001/033		
		TANGGAL : 16-06-2015	DILIHAT : Ir. Nur Husodo, M.S		
D3 TEKNIK MESIN PRODUKSI ITS-DISNAKER			Rangka dan Wadah Geram		NO. 2/5 A4



16	1	Pengunci pada jalur/ways	Steel		Baut Ø 12 mm
15	1	Tuas motor	Steel		Baut Ø 16 mm
14	1	Pulley motor	Cast Iron		
13	1	Jalur dudukan pahat	Steel		
12	1	Dudukan pahat	Steel		
11	1	Pengunci dudukan pahat	Steel		Baut Ø 12 mm
10	1	Belt	Rubber		
9	1	Pulley	Cast Iron		
8	1	Poros	Steel		ST 60
7	1	Chuck	Steel		Ø 5 mm
6	1	Centering	Steel		
5	1	Handwheel	Steel		
4	1	Tailstock	Steel		
3	1	Jalur / Ways	Steel		Siku (50x50x2,3 mm)
2	1	Wadah Geram	Steel		
1	1	Rangka	Steel		
NO	JML	NAMA	MATERIAL	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1: 20	DIGAMBAR : Putri Dewi A.& Rizky A.		PERINGATAN :
		UKURAN : mm	NRP :2112039001 & 033		
		TANGGAL :16-06-2015	DILIHAT : Ir. Nur Husodo, MS.		
D3 Teknik Mesin Produksi ITS-Disnakertransduk			Mesin Perautan Guci Kuningan		No. 1/5 A4

BIOGRAFI PENULIS



Putri Dewi Agustina – lahir 08 Agustus 1994 di Mojokerto merupakan anak dari pasangan Bapak Bhasuki Irianto dan Budi Widiyat Ningsih. Penulis menempuh pendidikan di TK Yos Sudarso Batam (1999-2001), SD Yos Sudarso Batam (2001-2006), SD Kristen Hosana Medan (2006), SMPK Budi Murni 1 Medan (2006-2009), SMAN 1 Berbek Nganjuk (2009-2012) dan kemudian melanjutkan ke perguruan tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012 di jurusan D3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama Disnakertransduk.

Semasa kuliah penulis aktif berorganisasi di dalam kampus sebagai anggota Kominfo Forum Komunikasi M3NER-ITS periode 2014-2015 dan keanggotaan pada organisasi ekstra kampus Gerakan Mahasiswa Surabaya (GMS) periode 2015-2016. Penulis pernah melakukan Kerja Praktek di PT. Tjokro Putra Perkasa, pada bagian Engineering dan PPIC tahun 2014. Keinginan untuk mengamalkan ilmu manufaktur yang telah di dapatkan dari ITS dan UPT-BLK mendorong penulis untuk mengambil topik TA “Rancang Bangun Mesin Perautan Produk Guci Kuningan Hasil UKM Cindogo Tapen Bondowoso” yang telah diselesaikan pada 22 Juli 2015. Pada Tugas Akhir ini, penulis menerima masukan yang dapat dikirimkan melalui e-mail: putri.dewi.agustina@gmail.com.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Rizky Awaludin Mahmud, dilahirkan dari keluarga sederhana di Surabaya, 20 Juni 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Chusnun Malik dan Ibu Dra. Indayani. Yang beralamat di Perumahan Gunung Sari Indah blok KK/05 Kelurahan Kedurus, Kecamatan Karang Pilang, Kota Surabaya. Pendidikan formal pertama adalah SD Muhammadiyah 15 Surabaya, SMPN 16 Surabaya dan SMAN 15 Surabaya. Kemudian penulis lulus dan diterima di Jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK Prov. Jawa Timur melalui seleksi ujian masuk D-3 pada tahun 2012 dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 2112039033

Di jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK ini penulis mengambil spesialisasi di program studi Manufaktur. Penulis dikenal aktif mengikuti kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa ITS pada tahun 2012. Penulis sempat merasakan magang di PT. PAL Indonesia (PERSERO) Divisi Kapal Perang. Selain itu, ketertarikan penulis terhadap dunia manufaktur mendorongnya berperan aktif untuk menerapkan keterampilannya di dalam maupun di luar kampus, yang disumbangkan dengan peran aktif di Organisasi Forum Komunikasi M3NER-ITS 2012-2015 sebagai anggota dan staf inti.